COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MAI 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Darboux*, pour remplir la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, devenue vacante par suite du décès de M. *Joseph Bertrand*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Darboux** prend place au Bureau de l'Académie.

M. **Darboux**, en prenant place au Bureau comme Secrétaire perpétuel, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Joannès Chatin*, pour remplir dans la Section d'Anatomie et Zoologie la place laissée vacante par le décès de M. *Blanchard*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Joannès Chatin** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE. — *Formation de l'acide azotique dans les combustions :* II. Soufre ; III. Métaux ; par M. **Berthelot**.

II. — SOUFRE.

« J'ai brûlé le soufre dans l'oxygène renfermant 8 centièmes d'azote, sous différentes pressions et dans l'air atmosphérique.

Première série. — *Oxygène. Combustion centrale. Pression de 25 atmosphères. Volume constant.*

» On opère dans la bombe calorimétrique. Le soufre, cassé en petits morceaux et pris sous un poids voisin de 1 gramme, est placé dans une petite capsule de porcelaine, suspendue au centre de la bombe. Cette capsule étant sujette à rupture, en raison de l'échauffement brusque qui se développe, on a disposé le soufre sur une feuille mince de platine, emboutie dans la capsule. L'inflammation est produite à l'aide d'un fil de platine porté à l'incandescence ; elle n'est pas instantanée, le soufre fondant d'abord en raison de la chaleur dégagée par places par la combustion des premières portions en contact avec le fil. Cependant la combustion s'accomplit toujours en un temps très court. On place 20^{cc} d'eau dans la bombe. Après la combustion, on dirige les gaz qui s'échappent par la détente, à travers une solution étendue de potasse, que l'on réunit à l'eau intérieure. Le tout doit conserver une réaction alcaline. On évapore au bain-marie, de façon à faire cristalliser la majeure partie du sulfate et du sulfite de potasse ; l'eau mère, étendue avec un peu d'alcool, retient surtout l'azotate. On l'évapore de nouveau, et le résidu est traité dans un petit ballon par le sulfate ferreux mélangé d'acide sulfurique étendu, de

façon à dégager sur la cuve à mercure le bioxyde d'azote, que l'on dose exactement en volume.

» Voici les résultats obtenus :

Poids du soufre brûlé.	AzO^3H.	Pour 1gr de soufre brûlé. AzO^3H.	Az.
1gr,102	0gr,0045	0,0041	0,0009
1gr,129	0gr,0059	0,0051	0,0011
	Moyenne...	0,0046	0,0010

» Le rapport est celui de $\frac{1}{1000}$ du soufre brûlé. Ces chiffres sont inférieurs à ceux observés avec le carbone amorphe, à poids égal et dans les mêmes conditions, soit 0gr,011, c'est-à-dire 11 fois plus considérable. Si on les rapportait aux poids atomiques, l'écart diminuerait, le rapport devenant $\frac{32}{131}$, c'est-à-dire voisin de $\frac{1}{4}$.

» On remarquera d'ailleurs que l'acide azotique dans la combustion du carbone se produit en présence d'un corps complètement oxydé, l'acide carbonique; tandis que dans la combustion du soufre l'acide azotique se développe en présence d'un corps réducteur, l'acide sulfureux, lequel tend à en limiter la formation.

» *Rapport entre l'oxygène fixé sur le soufre et sur l'azote.* — Ce rapport est celui de 1 à 0,0025, soit $\frac{1}{400}$, ce qui répond à 500 SO^2 : AzO^3H. Le poids de l'azote combiné à l'oxygène est $\frac{1}{4000}$ du poids de l'oxygène uni au soufre.

» *Rendement.*— 1,4 centième ou $\frac{1}{70}$ de l'azote initial contenu dans l'oxygène s'est trouvé changé en acide azotique dans ces expériences.

» *Relations thermochimiques.* — Observons que la chaleur dégagée par la fixation de deux atomes d'oxygène sur un atome de carbone, soit $94^{Cal},3$, surpasse d'un tiers la chaleur dégagée par leur fixation sur un atome de soufre, soit $69^{Cal},3$.

» Les gaz produits, CO^2 et SO^2, renfermant le même nombre d'atomes, et la chaleur spécifique de tels gaz étant supposée la même, en principe, la température théorique développée par la combustion du carbone serait à peu près supérieure d'un tiers à celle du soufre, brûlant dans les mêmes conditions; pourvu toutefois qu'il n'y ait pas dissociation.

» En fait, le platine fond aisément par la flamme de la combustion du carbone dans l'oxygène comprimé, tandis que la feuille mince de platine qui supporte le soufre fond à peine sur les bords.

» *Formation de l'ammoniaque.* — On a brûlé $3^{gr},48$ de soufre dans la bombe. L'ammoniaque formée s'est élevée seulement à $0^{gr},0007$, dose réelle, mais très faible; car elle ne surpasse guère le double des erreurs d'expériences.

» Le rapport entre l'azote ammoniacal et l'azote azotique dans la combustion du soufre serait, d'après les chiffres observés, $\frac{15}{1000}$ ou $\frac{1}{67}$, c'est-à-dire minime, aussi bien que dans la combustion du carbone.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Oxygène. Combustion centrale. Pression atmosphérique. On opère à pression constante.*

» Dans un ballon de 4 litres, rempli à l'avance d'oxygène. Trois expériences :

Poids du soufre brûlé.	AzO^3H.	Pour 1^{gr} de soufre brûlé. AzO^3H.	Az.
gr	gr	gr	gr
0,52	0,000225	0,00043	0,000095
0,55	0,000112	0,000205	0,000045
0,68	0,000282	0,00041	0,00009
	Moyenne......	0,00035	0,00008

La dose relative d'acide azotique a varié notablement avec le soufre, en raison du défaut d'uniformité des combustions, comme avec le carbone, d'ailleurs.

» Le *poids relatif de l'azote changé en acide azotique* dans la combustion du soufre, sous la pression atmosphérique, est environ douze fois plus petit que sous la pression de 25 atmosphères : il représente $\frac{1}{12000}$ du poids du soufre brûlé. L'intervalle entre les deux poids d'azote oxydé, sous ces deux pressions, est d'ailleurs beaucoup moindre pour le soufre que pour le carbone, la dose d'acide azotique formé par la combustion de 1 gramme de carbone étant 60 fois moindre sous une pression d'une atmosphère que sous une pression de 25 atmosphères. Ainsi, le poids de l'azote changé en acide azotique, pendant la combustion d'un gramme de soufre, devient, à la pression d'une atmosphère, la moitié du poids d'acide azotique formé pendant la combustion d'un gramme de carbone; tandis qu'il en représentait le onzième à 25 atmosphères.

» *Rapport entre l'oxygène fixé sur le soufre et sur l'azote.* — Dans la combustion sous la pression atmosphérique, il atteint $\frac{1}{5000}$.

» Le *rendement* est $\frac{1}{800}$ environ de l'azote initial, c'est-à-dire à peu près le même qu'avec le carbone, sous la même pression.

TROISIÈME SÉRIE. — *Air. Pression constante. Combustion progressive.*

» Le soufre a été placé dans une nacelle, et celle-ci dans un tube de verre légèrement chauffé et traversé par un courant d'air, dont le volume a varié de 16^{lit} (1er essai) à 14^{lit} (2e essai) et à 9^{lit} (3e essai).

Poids du soufre brûlé.	AzO^3H	Pour 1^{gr} de soufre brûlé. AzO^3H.	Az.
gr	gr	gr	gr
0,80 (1)	nul	»	»
1,8	0,00019	0,00010	0,00002
1,5	0,00013	0,000086	0,00002
	Moyenne :	0,0009	0,00002

» La dose d'acide azotique, fournie par la combustion d'un poids donné de soufre dans l'air, est ici le quart de celle obtenue dans l'oxygène; c'est-à-dire qu'elle est à peu près proportionnelle à la tension de ce gaz. Cependant la température est beaucoup plus basse dans l'air, à cause de la nécessité d'échauffer un grand excès d'azote.

» Enfin, la dose d'acide azotique fournie par la combustion d'un même poids soit de soufre, soit de carbone dans l'air, à la pression normale, a été trouvée la même.

» Si on la rapportait aux poids atomiques du soufre et du carbone, elle serait deux fois et demie aussi considérable avec le soufre dans l'air, tandis qu'elle était cinq fois moindre dans l'oxygène sous une pression de 25 atmosphères. Cette inversion montre que la relation entre la formation de l'acide azotique et la tension de l'oxygène est bien différente pour le carbone que pour le soufre.

» Le rapport de l'oxygène combiné à l'azote (sous l'état final d'acide azotique), à l'oxygène combiné au soufre, dans l'air, est $\frac{1}{14000}$ dans les conditions de mes expériences.

» Le *rendement*, c'est-à-dire l'azote combiné, est $\frac{1}{200000}$ de l'azote initial. Avec le carbone brûlant dans l'air, ce rendement est $\frac{1}{500000}$ (2) : il est donc plus fort avec le soufre qu'avec le carbone, dans l'air; inversement de ce

(1) Brûle mal.

(2) Le chiffre $\frac{1}{9000}$ donné à la page 1352 des *Comptes rendus* résulte d'une faute de

qui a été observé plus haut dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères ($\frac{1}{35}$ pour le carbone et $\frac{1}{70}$ pour le soufre), le rendement étant à peu près le même avec l'oxygène pris sous la pression normale.

» Les conclusions relatives à l'influence de la pression sur la formation de l'acide azotique dans la combustion du soufre sont, en définitive, les mêmes que dans la combustion du carbone. Mais la loi de variation est bien différente : ainsi qu'il a été dit, les écarts entre les pressions extrêmes sont beaucoup moindres pour le soufre que pour le carbone. Le fait même de l'oxydation plus forte de l'azote, dans un milieu où la pression de l'oxygène est plus grande, pourrait être attribué, jusqu'à un certain point, à l'accroissement que cette pression produit dans la résistance électrique du milieu. Cet accroissement de pression exerce d'ailleurs une influence non douteuse sur l'intensité et sur le rendement absolu des réactions chimiques accomplies par l'effluve électrique.

» L'influence de l'électricité sur l'oxydation du soufre paraît encore manifeste dans les circonstances suivantes. La combustion du soufre dans l'oxygène, même sec, donne toujours naissance à une dose notable d'acide sulfurique anhydre, SO^3, simultanément avec l'acide sulfureux, produit principal. J'ai même eu l'occasion, il y a quelques années, de signaler en outre la formation simultanée d'un peu d'acide persulfurique, S^2O^7, dans ces combustions. Or l'acide sulfureux et l'oxygène sec ne se combinent pas directement et sans intermédiaire, ni à froid ni à chaud, malgré le caractère exothermique de la combinaison, d'après les expériences spéciales que j'ai faites en vue d'étudier cette réaction. Au contraire, la combinaison a lieu aisément sous l'influence de l'effluve électrique. *A fortiori*, ni l'acide sulfureux, ni l'acide sulfurique ne s'unissent directement à l'oxygène pour former l'acide persulfurique, dont la formation est endothermique (du moins à partir de l'acide sulfurique hydraté). C'est, au contraire, par l'influence de l'électricité, agissant sous forme d'effluve ou de courant, que j'ai obtenu la synthèse de l'acide persulfurique. Son apparition dans les combustions du soufre, aussi bien que celle de l'acide sulfurique anhydre, sont dès lors attribuables à une influence électrique.

---

calcul, le résultat ayant été évalué pour 8 centièmes d'azote mélangés avec 92 centièmes d'oxygène, comme pour les deux premières séries, tandis qu'il doit être rapporté aux proportions de ces deux gaz dans l'air, pour la troisième série.

III. — MÉTAUX.

» J'ai recherché s'il y avait fixation de quelque dose d'azote dans la combustion vive des métaux. J'ai opéré avec le fer et avec le zinc.

» Le fer a été brûlé, sous la forme de fils de clavecin, dans la bombe, avec l'oxygène renfermant 8 centièmes d'azote, sous une pression de 25 atmosphères, à volume constant.

» L'inflammation avait lieu à l'aide d'une spirale portée à l'incandescence par l'électricité. $2^{gr},87$ de fer étant ainsi brûlés, l'eau placée au fond de la bombe n'a présenté ni réaction acide, ni réaction alcaline appréciable. Le dosage de l'acide azotique n'a rien fourni; celui de l'ammoniaque, une quantité évaluable à $\frac{1}{50}$ de milligramme, c'est-à-dire comprise dans les limites d'erreur. La combustion du fer dans l'oxygène, à la pression ordinaire, maintenue constante, n'a rien fourni. La combustion du zinc n'a également rien fourni, toujours sous des poids voisins de 1^{gr} à 2^{gr}.

» Ces combustions doivent être exécutées avec des métaux exempts de carbone et sans faire intervenir d'amorces hydrocarbonées.

» *Relations thermochimiques.* — Si nous comparons la chaleur dégagée par un atome d'oxygène, uni soit au fer, soit au zinc, nous trouvons qu'elle surpasse celle que dégage un atome d'oxygène, uni soit au soufre, soit au carbone.

» En effet, 16^{gr} d'oxygène = O dégagent en formant

	Cal		Cal
FeO...........	+65,7;	$\frac{1}{3}Fe^2O^3$ anhydre.......	+65,2
ZnO...........	+84,8		
$\frac{1}{2}CO^2$ (1)........	+48,8		
$\frac{1}{2}CO^2$.........	+34,6		

» Si l'on admettait que la température de combustion est proportionnelle au quotient de la chaleur dégagée par le nombre d'atomes du produit, on voit que le fer et le zinc produiraient une température plus élevée que le carbone. Mais ce calcul est incertain, la chaleur de formation des oxydes métalliques comprenant leur solidification, tandis que les oxydes du carbone et du soufre sont gazeux. En outre, on ignore jusqu'à quel point la dissociation intervient dans ces dernières formations. Tout ce que

(1) C amorphe.

je puis dire, c'est que la température développée par la combustion du fer est si considérable qu'elle fond aisément le platine dans la bombe.

» Quoi qu'il en soit, si la formation de l'acide azotique dans les combustions était attribuable à la haute température de celle-ci, on ne voit pas pourquoi les métaux n'en formeraient pas autant et plus que le carbone et le soufre.

» Au contraire, les résultats négatifs qui ont été observés s'expliquent, si l'on remarque combien les conditions relatives à l'électricité développée sont différentes, suivant que l'on fait intervenir les corps combustibles qui sont mauvais conducteurs à basse température, tels que le soufre et le carbone, ou les corps bons conducteurs, même à froid, tels que le fer et le zinc. Elles ne sont pas moins différentes entre les produits, ceux-ci étant gazeux dans le cas du carbone et du soufre; tandis que les oxydes de fer et de zinc se condensent à l'état disséminé de fumées solides, formées de poudres impalpables, au sein des gaz de la combustion. Ces poudres sont particulièrement susceptibles de décharger les gaz électrisés, attendu que, d'après les dispositions adoptées pour les expériences actuelles, ces fumées sont hygrométriques et qu'elles flottent après refroidissement, au sein de gaz saturés par de la vapeur d'eau; or on connaît l'aptitude de cette vapeur à se condenser sur les corps pulvérulents hygrométriques. Telles sont sans doute les causes de la différence des réactions observées relativement à la formation des combinaisons de l'azote dans les combustions du carbone et du soufre, d'une part, et des métaux de l'autre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation, propriétés et analyse du fluorure de thionyle*. Note de MM. **H. Moissan** et **P. Lebeau**.

« Dans les essais préliminaires que nous avons poursuivis sur l'action du fluor sur le soufre, nous avions reconnu qu'en opérant la combinaison de ces deux corps simples dans un vase de verre, il se formait un mélange de fluorures et d'oxyfluorures de soufre parmi lesquels se rencontrait le fluorure de thionyle, de formule SOF^2.

» Il suffisait, en effet, de faire passer le mélange gazeux dans un petit récipient de verre, refroidi à $-80°$, pour entraîner le fluorure de silicium, qui ne peut se liquéfier à cette température, et obtenir les fluorures de soufre à l'état liquide ou solide. En laissant ensuite le récipient revenir à la tem-

pérature ordinaire, les différents liquides reprenaient successivement l'état gazeux et l'on procédait ainsi à un véritable fractionnement. On rencontrait, dans les portions les moins volatiles, le fluorure de thionyle, dont nous indiquons ici les procédés de préparation et les propriétés.

» Nous rappellerons tout d'abord que ce composé a été signalé, il y a quelques années, par M. Meslans [1] dans une séance de la Société chimique de Nancy. Ce savant a indiqué que ce gaz pouvait se produire par l'action de certains fluorures métalliques et particulièrement du fluorure de zinc sur le fluorure de thionyle. Cette étude n'a pas été poursuivie par M. Meslans.

Préparation du fluorure de thionyle.

» 1° *Action du fluor sur le chlorure de thionyle.* — Nous avons réalisé cette action du fluor sur le chlorure de thionyle de la façon suivante : Le tube à dégagement, en platine, de l'appareil à fluor, est courbé à angle droit et pénètre dans un tube à essai en verre dont l'orifice a été étiré de manière à en assurer la fermeture hermétique en le soudant directement sur le tube métallique Ce petit appareil contient 2^{cc} à 3^{cc} de chlorure de thionyle. Il est plongé dans un récipient rempli d'acétone dans lequel on peut projeter de l'anhydride carbonique solide de façon à maintenir sa température à quelques degrés au-dessous de 0°. Ce tube à essai est relié par une tubulure latérale avec un ballon à distiller de 30^{cc} entouré, lui aussi, d'un mélange d'acide carbonique et d'acétone à une température de — 80°. Il est destiné à retenir le fluorure de thionyle liquéfié. La tubulure de ce ballon est recourbée et sert de tube abducteur. Un robinet à trois voies, placé sur son parcours, permet de mettre l'appareil en communication soit avec l'atmosphère, soit avec un générateur d'azote pur et sec.

» On commence par remplir l'appareil de gaz azote, puis on soude le tube à essai au tube de platine qui amène le fluor. Enfin, on établit la communication de l'appareil avec l'atmosphère. Dès que le fluor arrive par le tube métallique à la surface du chlorure de thionyle, il se produit une flamme bleue très pâle. De l'anhydride carbonique est projeté alors dans l'acétone afin d'éviter toute élévation de température qui déterminerait l'attaque du verre.

---

[1] Meslans, *Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 391.

» L'expérience demande une heure à une heure et demie et l'on sépare ensuite, au moyen de la flamme du chalumeau, le petit ballon dans lequel le gaz a été liquéfié.

» Le tube abducteur est alors coupé par un trait de tire-point, et l'on en plonge l'extrémité dans une cuve à mercure. On laisse enfin la température s'élever lentement et l'on recueille le gaz qui se dégage entre — 30° et — 40°, en ayant soin de laisser perdre les premières portions.

» Le gaz, que l'on obtient dans cette préparation, n'est pas pur, il renferme une petite quantité de chlore que l'on élimine par agitation avec du mercure, mais il contient aussi un oxyfluorure de soufre inabsorbable par l'eau et qui est beaucoup plus volatil. Ce dernier peut être éliminé par une série de liquéfactions, puis de distillations fractionnées analogues à celles que nous venons de décrire. L'existence d'un autre oxyfluorure et celle du chlore libre établissent que l'action du fluor sur le chlorure de thionyle est plus compliquée qu'on ne l'aurait supposé tout d'abord. En même temps que la réaction principale qui donne naissance au fluorure de thionyle, il se produit un certain nombre de réactions secondaires plus ou moins complexes. Ces expériences nous ont fait préférer le mode suivant de préparation.

« 2° *Action du fluorure d'arsenic sur le chlorure de thionyle.* — Le chlorure de thionyle pur et récemment rectifié peut être mélangé au trifluorure d'arsenic bien privé d'eau sans donner naissance, tout d'abord, à aucune réaction. Mais, à la température ordinaire du laboratoire, après quelques minutes de contact, le mélange s'échauffe et il se produit un abondant dégagement gazeux. Il se fait une double décomposition avec formation de fluorure d'arsenic et de chlorure de thionyle.

» Voici comment l'expérience est disposée : On fait un mélange de 26^{gr},4 de fluorure d'arsenic et de 35,7 de chlorure de thionyle, répondant à l'équation suivante :

$$2\,AsF^3 + 3\,SOCl^2 = 3\,SOF^2 + 2\,AsCl^3.$$

» Ce mélange est rapidement introduit dans des tubes en verre de Bohême de 20^{mm} de diamètre, fermés à leur extrémité. Chaque tube peut contenir environ 2^{cc} du mélange. La partie inférieure de ces tubes est aussitôt refroidie pour empêcher la réaction de se produire, puis ils sont étirés et scellés à la lampe. Ces tubes sont ensuite maintenus pendant 30 minutes à + 100°. Après refroidissement complet, le tube est amené à une température de — 80° pour liquéfier le fluorure de thionyle. On sé-

pare la partie étirée par un trait de lime et l'on adapte un tube à dégagement qui se rend sur la cuve à mercure. Dès que la température du tube arrive aux environs de $-35°$, le fluorure de thionyle se produit en abondance. Les dernières portions du gaz se dégagent plus lentement à cause de la solubilité du fluorure de thionyle dans le chlorure d'arsenic.

» Le gaz recueilli renferme une petite quantité de fluorure d'arsenic ou de chlorure de thionyle. On enlève ces impuretés en le faisant passer dans un petit serpentin de verre refroidi à $-23°$ (ébullition tranquille du chlorure de méthyle) et si cela est nécessaire au moyen d'une nouvelle liquéfaction.

» Un certain nombre de fluorures métalliques réagissent de même sur le chlorure de thionyle en donnant le nouveau gaz fluorure de thionyle et un chlorure métallique. Mais, dans la plupart de ces doubles réactions, la décomposition se produit à une température assez élevée pour que le silicium du verre intervienne en produisant, comme nous l'expliquerons plus loin, un mélange de fluorure de silicium, d'anhydride sulfureux et d'oxyfluorure de soufre. Si l'on opère dans des vases métalliques, ces derniers sont rapidement attaqués et l'on n'obtient que fort peu de gaz. Au contraire, la préparation par le fluorure d'arsenic nous a donné de très bons rendements.

» *Propriétés.* — Le fluorure de thionyle est un gaz incolore, fumant légèrement à l'air humide, d'une odeur suffocante aussi désagréable que celle de l'oxychlorure de carbone. Son point d'ébullition est voisin de $-32°$; sa densité a été déterminée au moyen de l'appareil de MM. Moissan et Gautier. Trois déterminations faites sur des échantillons différents nous ont donné les chiffres suivants :

1.	2.	3.	Théorie.
3,04	2,90	2,88	2,97

» Il est soluble dans le chlorure d'arsenic, dans l'éther, dans l'essence de térébenthine et dans la benzine.

» La moyenne de ces expériences fournit le chiffre 2,93.

» L'action d'une étincelle d'induction très chaude sur le fluorure de thionyle est assez curieuse. Avant que la paroi de verre ait eu le temps de s'échauffer, on voit nettement la surface du mercure se ternir avec rapidité. En même temps le verre se dépolit et il ne tarde pas à se produire du fluorure de silicium et de l'anhydride sulfureux. Lorsque l'étincelle a

passé pendant une demi-heure, la décomposition est encore incomplète. Sous l'action de l'étincelle, il y a eu d'abord dissociation de l'oxyfluorure de soufre, mise en liberté d'une petite quantité de fluor, puis formation de fluorure de silicium, dès que le verre intervient dans la réaction.

» Si nous chauffons le fluorure de thionyle dans une cloche courbe en verre, la réaction est différente. Si le gaz et le verre sont bien privés d'humidité, la décomposition ne se produit pas avant 400°. Une trace d'eau peut, comme cela arrive souvent, abaisser la température de la décomposition. Lorsque cette décomposition se produit, il se fait du fluorure de silicium et de l'anhydride sulfureux sans que la surface du mercure soit ternie. La réaction peut être totale, mais il est nécessaire de chauffer très longtemps. Elle nous a servi, ainsi que nous le verrons plus loin, à établir la composition en volume du fluorure de thionyle. Elle est représentée par la formule suivante :

$$\underset{4\ \text{vol.}}{2\,SOF^2} + Si\,O^2 = \underset{2\ \text{vol.}}{Si\,F^4} + \underset{4\ \text{vol.}}{2\,SO^2}.$$

» L'hydrogène ne paraît pas réagir sur le fluorure de thionyle au-dessous de la température de décomposition du gaz dans le verre.

» Si l'on chauffe un mélange d'hydrogène et de fluorure de thionyle dans une cloche courbe, le volume gazeux augmente dès que l'attaque du verre se produit. Il diminue ensuite aussitôt que l'on atteint la température de ramollissement du verre. Il se dépose alors sur les parois de la cloche courbe du soufre, puis des gouttelettes d'un liquide incolore et très acide. Le gaz restant contient du fluorure de silicium et de l'hydrogène sulfuré. En un mot, l'hydrogène a réagi sur l'acide sulfureux produit dans la décomposition du fluorure de thionyle par le verre. Il a donné naissance à du soufre, de l'hydrogène sulfuré et de l'eau. Cette dernière, agissant sur le fluorure de silicium, a produit une petite quantité d'acide hydrofluosilicique, ce qui explique la complexité du mélange final produit dans cette réaction.

» Sous l'influence de l'étincelle, l'action de l'hydrogène sur le fluorure de thionyle est identique à la précédente, mais elle se produit beaucoup plus facilement. Il se fait d'abondantes fumées blanches et un dépôt de soufre, et l'on constate, dans le gaz, la présence de l'hydrogène sulfuré et du fluorure de silicium. On sait d'ailleurs combien ces réactions données par l'étincelle d'induction sont complexes, et M. Berthelot vient d'en fournir

un nouvel exemple dans ses « Recherches sur la formation de l'acide azotique pendant les combustions [1] ».

» L'oxygène est sans action sur le fluorure de thionyle, lorsque l'on chauffe le mélange des deux gaz dans une cloche courbe de verre. L'oxyfluorure se décompose comme s'il était seul. Il n'en est plus de même lorsque l'on fait agir l'étincelle d'induction sur un mélange d'oxygène et de fluorure de thionyle. Si la température n'est pas trop élevée, il se produit une certaine quantité d'un nouvel oxyfluorure de soufre inabsorbable par l'eau et absorbable par la potasse. Enfin, avec une étincelle très faible, il se produit un mélange d'anhydride sulfureux et de fluorure de silicium.

» Le soufre et le phosphore ne réagissent pas sur le fluorure de thionyle à une température de 500°.

» Le sodium le décompose vers son point de fusion et l'absorption du gaz est complète. La réaction est identique avec l'étain, seulement le fluorure d'étain fondu attaquant le verre, il se produit une petite quantité de gaz fluorure de silicium.

» L'eau décompose le fluorure de thionyle assez lentement à la température ordinaire. Cette décomposition est activée par l'agitation. Il se produit de l'acide sulfureux et de l'acide fluorhydrique d'après l'équation suivante :

$$SOF^2 + H^2O = SO^2 + 2HF.$$

Un gaz inerte ralentit beaucoup cette réaction.

» L'hydrogène sulfuré ne réagit pas à froid sur le fluorure de thionyle, mais à chaud il se produit du soufre, de l'eau et de l'acide fluorhydrique.

» Le gaz ammoniac fournit avec le fluorure de thionyle une réaction assez complexe. Au contact d'une petite quantité d'ammoniac, il se produit une matière solide d'un jaune orangé qui tapisse tout le tube et dont la quantité augmente par des additions successives d'ammoniac. Si l'on continue l'addition de ce dernier gaz, l'absorption devient plus rapide et la teinte du composé orangé disparaît peu à peu. Finalement, le produit est blanc. La première phase de la réaction a lieu avec une fixation de $5AzH^3$ pour $2SOF^2$. La seconde se produit lorsque l'on a $7AzH^3$ pour $2SOF^2$. Le produit blanc final est décomposable par l'acide chlorhydrique avec dégagement de gaz sulfureux et dépôt de soufre.

---

(1) Berthelot, *Recherches sur la formation de l'acide azotique pendant les combustions* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1345).

» Le gaz acide chlorhydrique réagit à froid sur le fluorure de thionyle et le mélange gazeux, qui diminue lentement, ne tarde pas à attaquer le mercure.

» *Analyse.* — 1° L'action de la chaleur sur le fluorure de thionyle en présence du verre permet d'établir la composition de ce gaz en volume. En effet, 4 volumes SOF^2 doivent donner 4 volumes de SO^2 et 2 volumes de SiF^4.

	Volume de gaz.	SiF^4.	SO^2.
Trouvé	6,8	3,1	6,1
Calculé	»	3,3	6,3

» 2° On a traité un volume déterminé de fluorure de thionyle par l'eau. Lorsque l'absorption est complète, le liquide est traité par une solution titrée d'iode qui permet de doser le soufre. Dans le liquide ainsi obtenu, on précipite le fluor sous forme de fluorure de calcium. Ce dernier se dépose en même temps qu'une certaine quantité de sulfate de calcium. Le mélange est desséché, pesé, puis converti entièrement en sulfate, ce qui permet de déterminer le fluor :

	1.	2.	Théorie.
Fluor	44,10	44,40	44,1
Soufre	36,30	36,85	37,1

» 3° Pour vérifier les analyses précédentes, on a disposé dans un tube de verre deux ampoules renfermant des poids exactement déterminés de fluorure d'arsenic et de chlorure de thionyle, ce dernier étant en excès par rapport à la formule de double décomposition.

» Le tube a été scellé, les ampoules ont été cassées ensuite par agitation; l'extrémité inférieure du tube a été ensuite abandonnée pendant douze heures, à la température de 100°. Après refroidissement à — 80°, le tube a été ouvert et le gaz produit a été recueilli à l'aide de la trompe à mercure. Volume de gaz : 214^{cc}; absorbable par l'eau : 193^{cc} ($H = 764$, $T = 17$). Le volume à 0° et à 760^{mm} est de $182^{cc},63$. La quantité de gaz exigée par l'équation précédente serait 176^{cc}. Cette expérience, qui a été répétée deux fois, établit donc l'exactitude de l'équation indiquée ci-dessus et vérifie la formule du fluorure de thionyle. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les lois des chaleurs spécifiques des fluides;* par M. E.-H. Amagat.

« En 1895, M. Witkowski, partant de ses isothermes de l'air aux basses températures, et moi-même partant des réseaux de divers gaz et des expériences de M. Joly sur les chaleurs spécifiques sous volume constant, avons énoncé quelques-unes des lois relatives aux variations des chaleurs spécifiques des gaz; M. Tsuruta a, depuis, fait aussi des recherches intéressantes dans la même direction, relativement à l'air et à l'hydrogène; l'ensemble de ces résultats est, en général, conforme aux déterminations directes dues à M. Lussana; mais il paraît difficile que de telles déterminations expérimentales puissent être poursuivies jusque sous des pressions très élevées; dans ces conditions, les chaleurs spécifiques soit sous volume constant, soit sous pression constante ne peuvent donc qu'être déduites par le calcul de leur valeur prise sous des pressions abordables à l'expérience et de la connaissance des rapports existant entre le volume, la pression et la température; les relations bien connues qui peuvent servir à ces calculs sont les suivantes :

$$\frac{dc}{dv} = \text{AT}\frac{d^2p}{dt^2}, \tag{1}$$

$$\frac{dC}{dp} = -\text{AT}\frac{d^2v}{dt^2}, \tag{2}$$

$$\text{C} - c = \text{AT}\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}. \tag{3}$$

» Les calculs faits jusqu'ici n'ont point porté sur la région des réseaux englobant l'état de saturation et le point critique; cette partie, la plus intéressante, est aussi celle qui présente le plus de difficultés.

» Je me suis proposé l'étude de la question, pour l'acide carbonique, dans toute l'étendue du réseau que j'en ai donné, c'est-à-dire jusqu'à 1000 atmosphères entre 0° et 260°. Dans cette Note préliminaire, je ne parlerai que de l'application de la relation (2) et sans insister pour le moment sur les détails, je dirai seulement que tous les calculs ont été faits graphiquement : j'ai d'abord construit un réseau de quarante-trois lignes d'égale pression (les températures étant comptées sur les abscisses) dont

les tangentes m'ont fourni pour vingt-cinq températures convenablement réparties, un premier tableau de valeurs de $\frac{dv}{dt}$ contenant plus de mille déterminations; un graphique de ces valeurs portées en ordonnées m'a de même permis d'obtenir un tableau des valeurs correspondantes de $\frac{d^2v}{dt^2}$. La difficulté de ces déterminations est en grande partie dans les changements continuels d'échelle, nécessités par les variations énormes des ordonnées qui deviennent infinies à la température critique et varient dans mon tableau dans le rapport de un à dix mille.

» La figure ci-jointe représente une partie seulement de ces résultats, les valeurs de $\frac{d^2v}{dt^2}$ portées en ordonnées constituent les isothermes affectées chacune de la température qui lui correspond, les pressions sont portées en abscisses. Les isothermes n'ont été tracées ici que jusqu'à 100° et les pressions limitées à 200 atmosphères; on voit qu'il eût été impossible, vu le resserrement des lignes, d'étendre davantage ces limites avec l'échelle adoptée.

» Il est facile maintenant à la simple inspection de ce réseau, et c'est à cela que se bornera la présente Communication, de voir de suite l'ensemble d'un certain nombre des lois des variations de C à température constante.

» L'équation de l'une des isothermes du réseau étant $\frac{d^2v}{dt^2} = \varphi(p)$, on a d'après (2)

$$\frac{dC}{dp} = -\mathrm{AT}\varphi(p),$$

et, par suite,

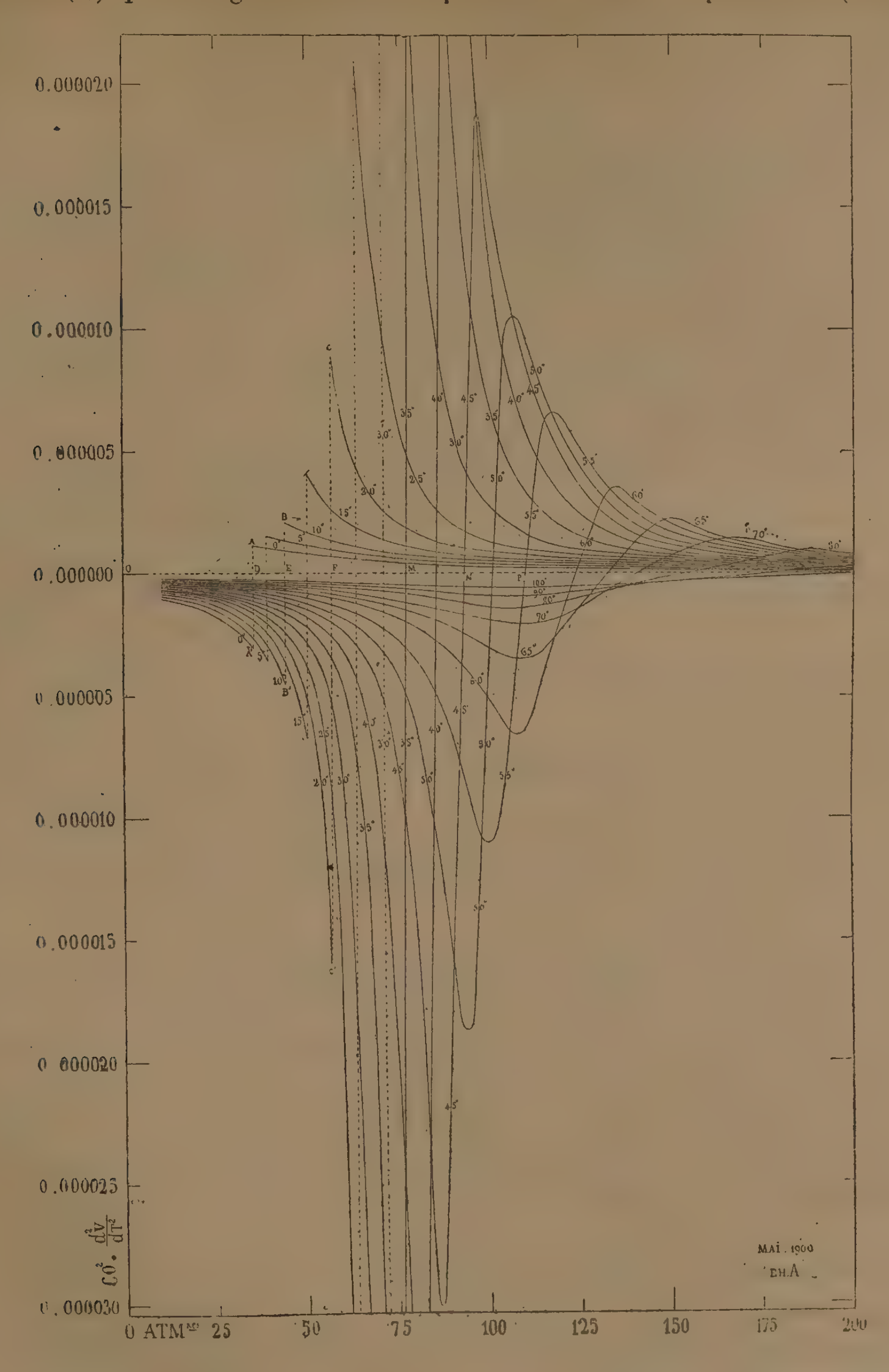
$$C - C_0 = -\mathrm{AT}\int_{p_0}^{p_1} \varphi(p)\,dp. \tag{4}$$

» Pour une température donnée, les variations de C avec la pression (depuis une valeur connue C_0) seront donc données à la constante AT pres par l'aire comprise entre l'isotherme, l'axe des pressions, l'ordonnée correspondant à p_0 et l'ordonnée variable.

» Le diagramme montre que les isothermes se composent de deux parties, dont les ordonnées sont de signes contraires. Pour les températures supérieures à la température critique ces isothermes sont continues, les autres sont discontinues.

» Dans le premier cas, les aires étant d'abord négatives, il résulte de la

relation (4) que C augmente avec la pression d'abord rapidement (surtout



pour les températures basses), puis moins rapidement, acquiert sa valeur

maxima sous la pression correspondant à l'intersection de l'isotherme avec l'axe des pressions, diminue ensuite, d'abord rapidement, puis de moins en moins rapidement quand la pression continue à croître.

» On voit aussi de suite, que la pression pour laquelle C est maximum, croît continuellement avec la température.

» Pour des températures inférieures à la température critique, chaque isotherme se compose de deux parties séparées, l'une à ordonnées négatives pour laquelle le corps est gazeux et qui se termine en un point tel que A′ correspondant à l'état de saturation, l'autre à ordonnées positives pour laquelle le corps est liquide et qui commence en un point tel que A correspondant aussi à l'état de saturation. J'ai réuni ces deux points par des lignes telles que AA′, BB′, CC′, qui sont ponctuées pour indiquer qu'elles ne font pas partie de l'isotherme qui est discontinue.

» On voit qu'ici encore, C commence par croître avec la pression, jusqu'à la tension maxima; il doit alors subir avec le changement d'état une variation dont je donnerai plus loin lè calcul, puis décroît indéfiniment et de moins en moins rapidement, la pression continuant à croître. Il résulte de là que quel que soit le signe de la variation accompagnant le changement d'état, le maximum de C a lieu sous la tension maxima, c'est-à-dire comme après le point critique sous des pressions croissant avec la température; ces pressions forment donc une suite régulière qui permettrait de prolonger en quelque sorte la courbe des tensions maxima au delà du point critique.

» L'inspection du diagramme montre de suite que les valeurs maxima de C sont d'autant plus grandes qu'on se rapproche davantage de la pression critique soit avant, soit après celle-ci; pour le point critique le maximum prend une valeur infinie.

» Si nous remarquons maintenant l'espace limité que doivent occuper, dans la partie négative, toutes les isothermes non tracées, depuis 100° jusqu'aux températures les plus élevées, et d'autre part le resserrement rapide du réseau dans la partie positive, sous des pressions croissantes, les lois limites apparaissent de suite : Pour l'état gazeux les variations de C décroissent indéfiniment quand la température croît, et deviennent forcément extrêmement petites, même en tenant compte du facteur constant proportionnel à la température absolue. Pour une température quelconque, à partir d'une certaine pression, ces mêmes variations diminuent aussi indéfiniment quand la pression croît et deviennent aussi extrêmement petites.

» Il reste encore à voir comment on pourra calculer la variation de C accompagnant le changement d'état.

» Partons des relations bien connues

$$m = C + h\frac{dp}{dt},$$

$$m' = C' + h'\frac{dp}{dt},$$

desquelles on tire, u et u' étant les volumes spécifiques à saturation,

$$C - C' = m - m' - (h - h')\frac{dp}{dt} = m - m' - AT\frac{dp}{dt}\left[\frac{\delta(u' - u)}{dt}\right]_p,$$

soit, en remplaçant $m - m'$ par sa valeur,

$$C - C' = \frac{\lambda}{T} - \frac{d\lambda}{dt} - AT\frac{dp}{dt}\left[\frac{\delta(u' - u)}{dt}\right]_p.$$

» Il est préférable d'éliminer la chaleur latente λ; pour cela, il suffit de différentier l'expression de λ

$$\lambda = AT(u' - u)\frac{dp}{dt}.$$

On obtient ainsi la relation

$$\frac{d\lambda}{dT} - \frac{\lambda}{T} = AT\frac{dp}{dt}\frac{d(u' - u)}{dt} + AT(u' - u)\frac{d^2p}{dt^2},$$

qui permet d'éliminer les deux termes contenant λ.

» On a donc finalement :

$$C - C' = AT\left\{(u - u')\frac{d^2p}{dt^2} + \frac{dp}{dt}\left[\frac{\delta(u - u')}{dt}\right]_p + \frac{dp}{dt}\frac{d(u - u')}{dt}\right\}.$$

» Le calcul de la formule n'exigera donc point d'autres données expérimentales que celles déjà nécessaires pour calculer jusqu'à saturation les valeurs de $\frac{d^2 v}{dt^2}$; il est facile de voir que les deux premiers termes de $(C - C')$ sont négatifs et le dernier positif, on ne peut donc en déterminer le signe *a priori*, je reviendrai sur ce point.

» Un calcul analogue conduit, pour la variation de la chaleur spécifique à volume constant, à une relation correspondante que j'utiliserai aussi plus tard.

» L'examen des variations de C avec la température, celui des lois correspondantes pour les chaleurs spécifiques à volume constant, ainsi que les valeurs numériques de ces diverses variations, feront l'objet de Notes ultérieures. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1900, en remplacement de M. *Milne-Edwards*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 44,

M. Fouqué obtient. . . . . 43 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

M. **Fouqué**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1900 et vient, sur l'invitation de M. le Président, prendre place au Bureau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Beltrami*.

M. **Boltzmann**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Boileau pour 1900. — MM. Boussinesq, Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Deprez.

Commission chargée de juger le concours du prix Cahours pour 1900. — MM. Troost, Moissan, Gautier, Lemoine, Ditte.

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1900. — MM. Cornu, Marey, Moissan, Bouquet de la Grye, Lœwy.

Commission chargée de présenter une question de « Grand prix des Sciences mathématiques » pour 1900. — MM. Poincaré, Jordan, Picard, Darboux, Appell.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences

mathématiques) *pour* 1900. — MM. Jordan, Darboux, Poincaré, Appell, Picard.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900. — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Hatt, Bassot, de Lapparent.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour 1900. — MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Ranvier.

Commission chargée de présenter une question de prix Damoiseau pour 1900. — M. Faye, Lœwy, Wolf, Callandreau, Janssen.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour 1900. — MM. Darboux, Maurice Lévy, Cornu, Faye, Berthelot.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un volume ayant pour titre : « Expédition norvégienne au pôle Nord (1893-1896). Résultats scientifiques », tome Ier, publié par M. *Fridtjof Nansen*. (Présenté par S. A. le prince de Monaco.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des suites remarquables de sous-groupes d'un groupe de substitutions ou de transformations de Lie.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan (1).

» En nous appuyant sur des résultats déjà indiqués par nous, nous avons obtenu pour les groupes de substitutions entre n lettres, les lemmes ou théorèmes suivants :

» Lemme I. — *Soient* U *et* T *deux groupes échangeables aux groupes* $S, \Sigma_1, \Sigma_2, \ldots$, U *étant maximum parmi les sous-groupes de* $T < T_1$ *et échangeables à ces groupes, et* $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots$ *étant contenus dans* S; U_1 *le groupe commun à* S *et* T, V *le groupe commun à* S *et* U, *contenu dans* U_1, u, t, s, u_1, v_1 *les ordres respectifs de* U, T, S, U_1, V_1 : $B = S \times U$ *est égal à* $A = S \times T$ *ou est un sous-groupe maximum de* A *suivant que* $v < u_1$, *d'où* $\frac{t}{v} = \frac{u}{v}$, *ou* $v = u_1$.

(1) *Bull. Soc. Math.*, t. XXVIII, p. 1; 1900. Les théorèmes qui suivent sont inspirés de certaines idées de M. Jordan (*Traité des subst.*, p. 34).

LEMME II. — *Soient*

$$(1)\qquad E,\ R,\ S,\ T,\ U,\ V,\ \ldots,\ X,\ Y,\ 1,$$

une suite de groupes tels que chacun soit compris dans le précédent,

$$S_1,\quad \Sigma_1,\quad \Sigma_2,\quad \ldots,$$

une suite de sous-groupes de E *dont chacun est contenu dans le précédent. Supposons, ce qui est toujours possible, la suite* (1) *déterminée de manière que chacun de ses groupes soit maximum dans le précédent parmi les sous-groupes de ce précédent échangeables à* $S_1, \Sigma_1, \Sigma_2, \ldots$. *On peut déterminer au moins une suite*

$$(2)\qquad E,\ R_1,\ S_1,\ T_1,\ \ldots,\ X_1,\ Y_1,\ 1,$$

analogue à (1), *contenant* S_1, *dont chaque groupe est contenu dans le précédent, échangeable à* $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots$, *échangeable à tous les groupes* (1) *et maximum parmi les sous-groupes du précédent échangeables à tous les groupes* (1) *et à* $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots$. *Par suite* (1) *jouit aussi par rapport à* (2) *de cette dernière propriété.*

» *Si*

$$e,\ r,\ s,\ t,\ \ldots,\ x,\ y,\ 1,$$
$$e,\ r_1,\ s_1,\ t_1,\ \ldots,\ x_1,\ y_1,\ 1,$$

sont les ordres respectifs des groupes (1) *et* (2), *les nombres*

$$\frac{e}{r},\quad \frac{r}{s},\quad \frac{s}{t},\quad \ldots$$

sont les mêmes, à l'ordre près, que les nombres

$$\frac{e}{r_1},\quad \frac{r_1}{s_1},\quad \frac{s_1}{t_1},\quad \ldots;$$

» THÉORÈME I. — *Soient*

$$E,\ R,\ S,\ T,\ U,\ V,\ \ldots,\ X,\ Y,\ 1,$$
$$E,\ R',\ S',\ T',\ U',\ V',\ \ldots,\ X',\ Y',\ 1,$$

deux suites de groupes dont le premier est le même et tels que dans chaque suite chacun soit compris dans le précédent. Supposons que ces deux suites soient telles que chacun de leurs groupes soit maximum dans le précédent parmi les

sous-groupes de ce précédent échangeables à tous ceux de l'autre suite. Les nombres

$$\frac{e}{r}, \quad \frac{r}{s}, \quad \frac{s}{t}, \quad \ldots$$

sont les mêmes, à l'ordre près, que les nombres

$$\frac{e}{r'}, \quad \frac{r'}{s'}, \quad \frac{s'}{t'}, \quad \ldots.$$

» En se basant sur deux lemmes analogues aux lemmes I et II, on obtient encore le théorème II analogue au théorème I :

» Théorème II. — *Soient*

$$\begin{array}{cccccccccc} E, & R, & S, & T, & U, & V, & \ldots, & X, & Y, & 1, \\ E, & R, & S', & T', & U', & V', & \ldots, & X', & Y', & 1, \end{array}$$

deux suites de groupes tels que dans chaque suite chacun soit compris dans le précédent, le premier et le dernier groupe > 1 *de chaque suite coïncidant. Supposons que ces deux suites soient telles que chacun de leurs groupes soit maximum dans le précédent parmi les facteurs de* E *et de ce précédent échangeables à tous ceux de l'autre suite.*

» *Les nombres*

$$\frac{e}{r}, \quad \frac{r}{s}, \quad \frac{s}{t}, \quad \ldots$$

sont les mêmes, à l'ordre près, que les nombres

$$\frac{e}{r'}, \quad \frac{r'}{s'}, \quad \frac{s'}{t'}, \quad \ldots.$$

» On peut faire application de ce qui précède au groupe cinq fois transitif de Mathieu de degré 12 (théorème I), à tous les groupes deux fois transitifs de degré *n* (théorème I), à un groupe deux fois transitif de degré 11 et de classe 10 (théorème II).

» Tout groupe décomposable [1] donne toujours naissance à deux suites au moins analogues à celles du lemme II et du théorème I.

» Les propriétés précédentes s'appliquent de suite dans l'étude de l'abaissement du degré des équations, au point de vue du degré des diverses réduites d'une équation donnée.

---

[1] Pour la définition de ce mot, voir nos Notes du *Bull. de la Soc. Math.*, t. XXIV, p. 85; 1896, et t. XXVIII; 1890.

» Ces propriétés s'appliquent encore aux groupes d'opérations considérés, par exemple, par MM. W. Dyck et Frobenius et aux groupes finis considérés, par exemple, par M. Jordan dans la théorie des équations différentielles linéaires à intégrales algébriques; enfin, elles s'appliquent avec une démonstration identique, à condition de remplacer [1] les quotients $\frac{r}{s}, \frac{s}{t}, \ldots$ par des différences $r - s$, $s - t$, ..., aux groupes finis continus de transformations de Lie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du troisième ordre qui admettent une intégrale intermédiaire.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

» Soit donnée l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre

$$\text{(I)} \quad A\alpha + B\beta + C\gamma + D\delta + E(\beta^2 - \alpha\gamma) + F(\gamma^2 - \beta\delta) + G(\alpha\delta - \beta\gamma) + H = 0,$$

où les coefficients A, B, ..., H sont des fonctions quelconques de x, y, z, p, q, r, s, t, et où $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ désignent les dérivées du troisième ordre

$$\alpha = \frac{\partial^3 z}{\partial x^3}, \qquad \beta = \frac{\partial^3 z}{\partial x^3\, \partial y}, \qquad \gamma = \frac{\partial^3 z}{\partial x\, \partial y^2}, \qquad \delta = \frac{\partial^3 z}{\partial y^3}.$$

» Si l'équation donnée admet une intégrale intermédiaire

$$u = f(v),$$

u et v étant des fonctions quelconques de x, y, z, p, q, r, s, t, toute intégrale intermédiaire de l'équation donnée doit satisfaire au système suivant d'équations aux dérivées partielles du premier ordre

$$\text{(A)} \left\{ \begin{aligned} &E\frac{\partial f}{\partial t} + F\frac{\partial f}{\partial r} + G\frac{\partial f}{\partial s} = 0, \\ &A\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)\frac{\partial f}{\partial t} + D\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{\partial f}{\partial r} - G\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) - H\frac{\partial f}{\partial r}\frac{\partial f}{\partial t} = 0, \\ &A\frac{\partial f}{\partial s}\frac{\partial f}{\partial t} - B\frac{\partial f}{\partial r}\frac{\partial f}{\partial t} + D\left(\frac{\partial f}{\partial r}\right)^2 - F\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{\partial f}{\partial r} - G\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)\frac{\partial f}{\partial r} - G\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{\partial f}{\partial s} = 0, \\ &A\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)^2 - C\frac{\partial f}{\partial r}\frac{\partial f}{\partial t} + D\frac{\partial f}{\partial s}\frac{\partial f}{\partial t} - E\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)\frac{\partial f}{\partial t} - G\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{\partial f}{\partial t} - G\left(\frac{\partial f}{dx}\right)\frac{\partial f}{\partial s} = 0, \end{aligned} \right.$$

---

(1) Comparer Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, p. 508.

où $\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)$ et $\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)$ désignent respectivement $\frac{\partial f}{\partial x} + p\frac{\partial f}{\partial z} + r\frac{\partial f}{\partial p} + s\frac{\partial f}{\partial q}$ et $\frac{\partial f}{\partial y} + q\frac{\partial f}{\partial z} + s\frac{\partial f}{\partial p} + t\frac{\partial f}{\partial q}$.

» Supposé $G \neq 0$, le système (A) peut donc se mettre sous la forme

$$(B)\quad \begin{cases} E\frac{\partial f}{\partial t} + F\frac{\partial f}{\partial r} + G\frac{\partial f}{\partial s} = 0, \\ \left[A\frac{\partial f}{\partial t} - G\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) + \mu F\frac{\partial f}{\partial r}\right]\left[\mu\frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) - \frac{D}{G}\frac{\partial f}{\partial r}\right] = 0, \\ \left[D\frac{\partial f}{\partial r} - G\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) + \lambda E\frac{\partial f}{\partial t}\right]\left[\lambda\frac{\partial f}{\partial r} + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) - \frac{A}{G}\frac{\partial f}{\partial t}\right] = 0, \end{cases}$$

où λ et μ sont déterminés par les deux équations du second degré

$$EG\lambda^2 + (AF + BG)\lambda + HG - AD = 0,$$
$$FG\mu^2 + (ED + CG)\mu + HG - AD = 0.$$

» Du système (B) l'on déduira comme les seuls systèmes dont l'intégration est équivalente à celle de l'équation donnée (I),

$$(C)\quad \begin{cases} E\frac{\partial f}{\partial t} + F\frac{\partial f}{\partial r} + G\frac{\partial f}{\partial s} = 0, \\ A\frac{\partial f}{\partial t} - G\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) + \mu F\frac{\partial f}{\partial r} = 0, \\ D\frac{\partial f}{\partial r} - G\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) + \lambda E\frac{\partial f}{\partial t} = 0. \end{cases}$$

où il faut que

$$\lambda\mu = \frac{AD - HG}{EF}.$$

Des systèmes (C) on est immédiatement conduit aux systèmes suivants d'équations ordinaires :

$$(E)\quad \begin{cases} G\,dr + D\,dx + \mu F\,dy - F\,ds = 0, \\ G\,dt + \lambda E\,dx + A\,dy - E\,ds = 0, \\ dp - r\,dx - s\,dy = 0, \\ dq - s\,dx - t\,dy = 0, \\ dz - p\,dx - q\,dy = 0. \end{cases}$$

» Si un de ces derniers systèmes admet, par exemple, deux combinaisons intégrables

$$u = a, \qquad v = b$$

l'équation donnée admet l'intégrale intermédiaire

$$u = f(v).$$

» Je réserve de faire la discussion détaillée des systèmes (C) et (E) dans un travail plus étendu qui sera prochainement publié. »

PHYSIQUE. — *Formules donnant les volumes de vapeur saturée et les tensions maxima.* Mémoire de M. **H. Moulin**. (Extrait.)

« Je suppose que la substance matérielle occupe dans l'espace moléculaire seulement le noyau, le covolume. Chaque substance ayant un coefficient de dilatation propre, il semble que la dilatation du noyau doive être différente dans chaque volume moléculaire et que le rapport du noyau au volume total doive aussi varier à chaque instant.

» Soient ε la différence entre les coefficients de dilatation linéaire du noyau et de la molécule, ω le rapport des deux rayons correspondants; on aura, entre les valeurs de ω à la température critique et à la température T, la relation suivante

$$(1) \qquad \frac{\omega_2}{\omega} = 1 + \varepsilon(T_c - T) = 1 + \gamma\left(1 - \frac{T}{T_c}\right),$$

en faisant γ égale à εT_c.

» On aurait de même, en considérant le rapport ω_1 des pressions à la surface du covolume et à la surface libre et en appelant γ' le produit par la température critique de la différence des coefficients de dilatation sous volume constant

$$(2) \qquad \frac{\omega_1}{\omega_{1c}} = 1 + \gamma'\left(1 - \frac{T}{T_c}\right).$$

» Je pars maintenant de l'équation caractéristique suivante, quelque peu différente de celle de M. Van der Waals :

$$(3) \qquad p\omega_1 = \frac{RT}{v} - \frac{b_1\omega}{v^{\frac{4}{3}}} + \frac{(R' : \omega^3)T}{v^{\frac{5}{3}}},$$

dans laquelle b_1 est un nombre et R' un multiple du coefficient connu R [1].

---

[1] Voir, pour l'établissement de l'équation (3) et pour les calculs signalés dans la suite, le Mémoire déposé à l'appui.

» En considérant la substance théorique H pour laquelle γ et γ' sont nulles, c'est-à-dire qui aurait même coefficient de dilatation pour le noyau et la molécule proprement dite ($\varepsilon = 0$), on aurait, pour déterminer les courbes isothermiques de cette substance idéale, les équations suivantes :

$$p = \frac{RT}{v} - \frac{b_1}{v^{\frac{4}{3}}} + \frac{R'T}{v^{\frac{5}{3}}}. \tag{4}$$

» En tenant compte de cette condition que la droite de liquéfaction coupe la courbe isothermique en donnant deux segments égaux, on déterminera aux différentes températures les valeurs de la tension maxima d'une part, et d'autre part les volumes de vapeur saturée ou de liquide sous tension maxima. On pourra donc construire respectivement la courbe dont les coordonnées sont

$$\log \frac{T_c}{T} \quad \text{et} \quad \log \frac{v}{v_c}$$

ou la courbe ayant pour abscisses et ordonnées

$$\log \frac{T_c}{T} \quad \text{et} \quad \log \frac{p_c}{p}.$$

» Je viserai ici la courbe des volumes, soit HH.

» De l'équation (3) on tire les relations suivantes qui relient à ceux de la substance H les éléments v et p d'une substance quelconque, désignée par les valeurs de γ et de γ',

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{T_c}{T} &= \left(\frac{T_c}{T}\right)_H \left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^2 &&= \left(\frac{T_c}{T}\right)_H \left[1 + \gamma\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)\right]^2 \\ \frac{v}{v_c} &= \left(\frac{v}{v_c}\right)_H \left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^3 &&= \left(\frac{v}{v_c}\right)_H \left[1 + \gamma\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)\right]^3 \\ \frac{p}{p_c} &= \left(\frac{p}{p_c}\right)_H \left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^5 \left(\frac{\omega_1}{\omega_{1c}}\right) &&= \left(\frac{p}{p_c}\right) \left[1 + \gamma\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)\right]^5 \left[1 + \gamma'\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)\right] \end{aligned}\right.$$

» Il suffit, d'après ce que nous avons dit, de faire varier d'une façon continue les coefficients de dilatation du noyau, c'est-à-dire γ, pour obtenir tous les cas des substances possibles; les relations (4) donnent, d'après les éléments de la substance H, la valeur de ceux de la substance γ considérée :

$$\log \frac{T_c}{T} = \log\left(\frac{T_c}{T}\right)_H + 2\log\frac{\omega_c}{\omega}, \qquad \log\frac{v}{v_c} = \log\left(\frac{v}{v_c}\right)_H + 3\log\frac{\omega_c}{\omega}.$$

On pourra dès lors construire les courbes correspondantes; on aura ainsi

pour des valeurs de γ égales à 0,1, 0,2, 0,3 ..., des courbes $\gamma_1\gamma_1$, $\gamma_2\gamma_2$, $\gamma_3\gamma_3$, ...

» La dernière des formules (5), en développant les facteurs et négligeant les termes contenant soit le produit $\gamma\gamma'$, soit les puissances de γ et γ' supérieures à la première, donne une équation semblable à celle des volumes

$$\frac{p_c}{p} = \left(\frac{p_c}{p}\right)_{\text{H}} \left[1 + \gamma_1\left(1 - \frac{\text{T}}{\text{T}_c}\right)\right].$$

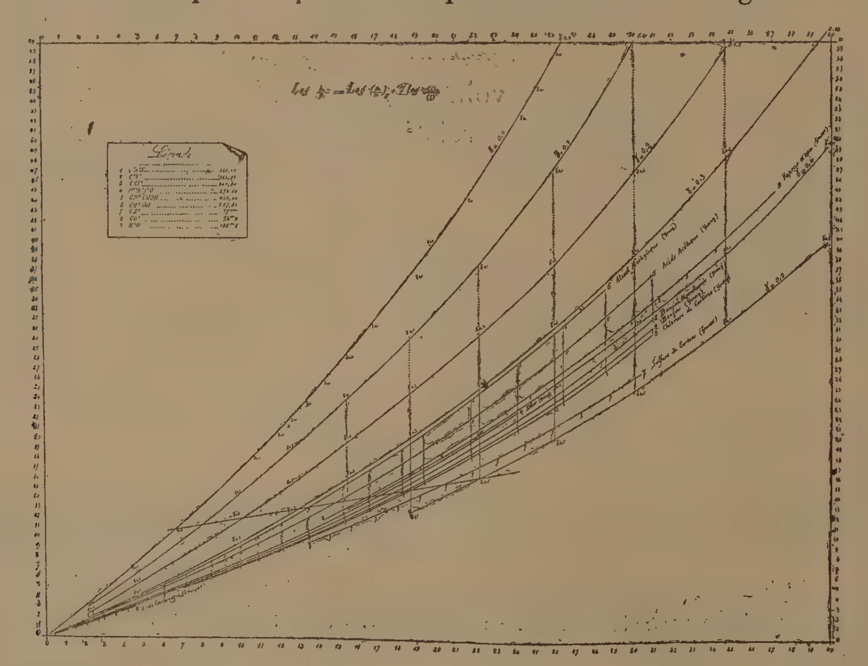
» Si la théorie est exacte, en relevant les résultats des expériences faites sur une substance réelle, on trouvera que les différents points obtenus tombent tous sur une même courbe construite précédemment et d'une façon, on le voit, tout à fait indépendante.

» Ce relevé a été fait sur les différentes substances suivantes :

» Fluorure de benzine, benzine, chlorure de carbone, éther, acide acétique, acide méthylique, d'après les données de M. Young;

» Vapeur d'eau, d'après les données de M. Tate;

» Acide carbonique, d'après les expériences de M. Amagat.



» La figure ci-dessus montre la concordance plus que satisfaisante de la théorie et de l'expérience. Pour les vapeurs d'eau, les observations ont été faites sur un intervalle de près de 200°, de 273° à 463°; pour l'acide acétique, sur plus de 300°, soit de 289°,3 à 594°,6.

» Toutes les substances essayées s'encadrent entre les courbes théoriques correspondant à $\gamma = 0,2$ et $\gamma = 0,5$.

» J'ai appliqué à la formule relative aux volumes les mêmes vérifications, tablées sur les données d'expériences des mêmes auteurs sur les substances précitées, et j'ai obtenu même satisfaction.

» Nul doute que les résultats soient également applicables en ce qui concerne les volumes liquides.

» De tout ce qui précède il résulte que, pour une substance dont on connaît les éléments critiques, il suffira de déterminer exactement à une température fixée la valeur du volume de vapeur saturée pour avoir la courbe correspondante et, par suite, les différentes valeurs de cet élément à toute température; de même, il suffira d'avoir à une température donnée la valeur de la tension normale pour en déduire la courbe des pressions correspondantes à la substance à toute température. Par exemple, il suffira de connaître exactement les conditions d'ébullition normale sous la pression atmosphérique.

» Il faut bien noter que nous déduisons ici directement de façon tout à fait indépendante l'une de l'autre le volume ou la pression en fonction de la seule température, ce que ne donnait jusqu'ici aucune formule connue. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'énergie absorbée par les condensateurs soumis à une différence de potentiel sinusoïdale.* Note de MM. **H. Pellat** et **F. Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente [1], l'un de nous a montré que les diélectriques ne présentent pas de phénomènes d'*hystérésis,* mais simplement de *viscosité électrique*. Cela revient à dire qu'en dehors du champ électrique ces corps ne présentent pas de polarisation permanente, mais seulement une polarisation temporaire, ce qui est le résultat direct des expériences de l'autre signataire de cette Note [2].

---

[1] F. Beaulard, *Sur l'hystérésis et la viscosité électrique* (*Comptes rendus,* t. CXXX, p. 1182; 1900.

[2] H. Pellat, *Sur la polarisation vraie des diélectriques placés dans un champ électrique* (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1312; 1899). — *Polarisation réelle des diélectriques. Conséquences de cette polarisation* (*Ann. de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XVIII, p. 150 et 571; 1899).

» On peut, du reste, très facilement déduire des relations établies par celui-ci, dans son Mémoire sur la polarisation réelle des diélectriques et sur ses conséquences [1], la valeur de l'énergie absorbée par un condensateur dont les armatures sont soumises à une différence de potentiel sinusoïdale.

» Nous rappelons que les relations dont nous allons nous servir s'appuient sur l'existence, démontrée expérimentalement, de la *polarisation réelle* et sans autre hypothèse que d'admettre que la vitesse de cette polarisation est seulement fonction, pour une même substance, de l'écart $J - j$ entre la polarisation actuelle j et la polarisation limite J dans les mêmes conditions.

» Considérons un condensateur dont les armatures de surface S sont séparées par un seul diélectrique d'épaisseur uniforme c et de pouvoir inducteur spécifique vrai K. Soient, au temps t, V la différence de potentiel des armatures et j l'intensité de la polarisation réelle; si dm est la variation de la charge des armatures pendant le temps dt, l'énergie électrique fournie pendant ce temps au condensateur est $dw = V\,dm$. La relation (5) du Mémoire précité donne

$$(1)\qquad m = S\sigma = \frac{KSV}{4\pi c} + Sj, \qquad \text{d'où} \qquad dm = \frac{KS}{4\pi c}\,dV + S\,dj$$

et

$$(2)\qquad dw = \frac{KS}{4\pi c}\,V\,dV + SV\,dj.$$

» Si la différence de potentiel V est périodique, l'énergie absorbée (c'est-à-dire transformée en énergie calorifique dans le diélectrique) pendant une période T est donnée en régime permanent, puisque $\int_0^T V\,dV = 0$, par

$$(3)\qquad w = S\int_0^T V\,dj = Sc\int_0^T \frac{V}{c}\,dj = Sc\int_0^T \varphi\,dj = -Sc\int_0^T j\,d\varphi,$$

en représentant par φ l'intensité du champ électrique.

» On a donc, pour l'énergie w_1 absorbée par l'unité de volume du diélectrique pendant une période,

$$(4)\qquad w_1 = \frac{w}{Sc} = -\int_0^T j\,d\varphi.$$

---

[1] *Loc. cit.*

» Si la différence de potentiel V est représentée par

(5) $$V = V_0 \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

les relations (37) et (38) du Mémoire donnent

(6) $$j = B \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \delta\right), \qquad B = \frac{V_0 b h T}{c\sqrt{4\pi^2 + b^2 T^2}}, \qquad \sin\delta = \frac{-2\pi}{\sqrt{4\pi^2 + b^2 T^2}},$$

les quantités b et h ayant les significations indiquées dans le Mémoire [1].

» Ces relations ne sont applicables que si le champ reste assez faible pour que h soit une constante. On a d'ailleurs

(7) $$d\varphi = \frac{1}{c} dV = \frac{V_0}{c} \frac{2\pi}{T} \cos\frac{2\pi t}{T},$$

d'où

(8) $$w_1 = -\frac{BV_0 2\pi}{cT} \int_0^T \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \delta\right) \cos\frac{2\pi t}{T} dt = -\frac{V_0 B \pi \sin\delta}{c},$$

ou, en remplaçant B et $\sin\delta$ par leurs valeurs (6),

(9) $$w_1 = \frac{2\pi^2 b h V_0^2 T}{c^2(4\pi^2 + b^2 T^2)} = \frac{2\pi^2 b h V_0^2 n}{c^2(4\pi^2 n^2 + b^2)},$$

en désignant par $n = \frac{1}{T}$ la fréquence.

» Telle est la formule qui représente la quantité d'énergie absorbée par période et par unité de volume, quelle que soit la cause de la polarisation, ou, si l'on préfère, du résidu présenté par le diélectrique.

» Comme b est pour les bons diélectriques une fraction de l'unité, tandis que $2\pi n$ est un nombre dépassant 100 en général, on voit que b^2 est absolument négligeable devant $4\pi^2 n^2$, ce qui réduit pratiquement la formule à

(10) $$w_1 = \frac{b h V_0^2}{2 c^2 n},$$

d'où, pour l'énergie W_1 transformée en chaleur par unité de volume et de

---

[1] b est défini par $\frac{dj}{dt} = b(J - j)$ et h par $J = h\Phi$, en appelant J la polarisation réelle finale pour le champ final Φ, quand on maintient constante la différence de potentiel des armatures.

temps, la relation remarquablement simple :

$$W_1 = \frac{1}{2} bh \frac{V_0^2}{c^2} = bh\varphi_0^2, \tag{11}$$

en désignant par φ_0 l'*intensité efficace* du champ.

» Ces formules (8), (9), (10) et (11) ne sont applicables que si le champ reste assez faible pour que h soit une constante Les expériences de l'un de nous [1] ont montré que, pour les champs intenses, h diminue quand l'intensité du champ augmente. Il résulte de là que la relation (11) donnera une valeur de W_1 trop forte pour les champs intenses, si h correspond à la valeur des champs faibles; autrement dit, W_1 est proportionnelle au carré de la différence de potentiel des armatures pour des champs faibles, mais paraîtra proportionnelle à une puissance ε de V plus petite que 2 pour des champs intenses. Ainsi s'explique le désaccord entre divers expérimentateurs, qui les uns ont trouvé $\varepsilon = 2$ et les autres des valeurs variables comprises entre 1,65 et 2.

» Au point de vue de l'absorption de l'énergie et par conséquent de l'échauffement, on voit que les meilleurs diélectriques sont ceux pour lesquels b et h sont les plus faibles. Les méthodes simples indiquées à la fin du Mémoire précité pour mesurer b et h permettront donc de faire un choix parmi les diélectriques employés pour les condensateurs industriels [2]. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la transparence de divers liquides pour les oscillations électrostatiques*. Note de M. **A. de Heen**.

« Dans une précédente Note nous avons montré que, si l'on met *un* des pôles d'une bobine d'induction, activée par un interrupteur de Whénelt,

---

[1] H. Pellat, *loc. cit.*

[2] Hess, *Éclairage électrique*, t. IV, p. 205, 1895, a imaginé que les phénomènes de résidu peuvent s'expliquer en admettant qu'un diélectrique est comparable à deux condensateurs de capacité C et C' disposés en cascade à diélectriques sans résidu, mais C' étant shunté par une résistance ρ très grande. Quoique cette constitution des diélectriques, bien qu'appuyée par d'ingénieuses expériences, ne nous paraisse pas probable pour la plupart d'entre eux, il est remarquable que la relation pour w_1 à laquelle cette idée conduit M. Hess puisse être identifiée avec la relation (9) en posant $b = \frac{1}{\rho(C + C')}$, $h = \frac{c C^2}{S(C + C')}$ et négligeant la résistance extérieure au condensateur devant ρ.

en communication avec une toile métallique, par exemple, il se développe des oscillations électrostatiques capables de se transmettre à distance. Il était dès lors intéressant de rechercher si la transparence de divers milieux est comparable à la transparence observée pour les modes de propagation de l'énergie précédemment connus.

» Afin d'opérer sur les liquides, nous avons disposé concentriquement deux éprouvettes en verre mince, munies chacune d'un bouchon en verre. Le tube central renfermait le tube à vide destiné à déceler l'oscillation ; la partie annulaire, ayant environ 5^{mm} d'épaisseur et comprise entre les deux tubes, était occupée par le liquide à examiner.

» Voici comment se classent les liquides :

Liquides opaques.	Liquides transparents.
Eau.	Éther.
Alcool éthylique.	Pétrole.
» amylique.	Benzine.
Aldéhyde.	Xylène.
Sulfure de carbone.	Acide butyrique.
Bromure d'éthyle.	» valérianique.

» En admettant la loi de l'inverse du carré de la distance, voici les nombres qui représentent la transparence de mélanges d'éther et d'alcool :

Éther.	Alcool.	Transparence.
cc	cc	
250	0	1232
230	20	640
210	40	325
190	60	73
175	75	0

» Il résulte également de l'observation des liquides purs que ceux-ci semblent se diviser en substances qui sont presque complètement transparentes et en substances qui ne le sont pas du tout. D'autre part, il nous a été impossible de trouver une analogie avec la transparence relative aux autres modes de propagation de l'énergie, ni jusqu'à présent avec les autres propriétés physiques. C'est ainsi, par exemple, que l'eau et l'éther sont tous deux électrostatiquement conducteurs, alors que l'un est opaque et l'autre transparent [1]. »

---

[1] Des recherches qui ont suivi notre précédente Communication nous portent actuellement à croire que des faits que nous pensions devoir attribuer à une espèce d'*inductance* électrostatique peuvent s'interpréter à l'aide de la théorie connue de l'*influence*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur quelques effets photochimiques produits par le fil radiateur des ondes hertziennes.* Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans mes expériences de télégraphie hertzienne, j'ai eu l'occasion d'entendre des crépitements rythmés tout le long du fil de l'antenne radiatrice, lequel, comme on le sait, n'est que le prolongement de l'une des branches du primaire de Hertz.

» Comme on pouvait le prévoir, dans l'obscurité ce phénomène décèle sa nature par une série de flocons ou pinceaux d'aigrettes lumineuses très mobiles, et dont plusieurs semblent se déplacer autour du fil radiateur, aigrettes qui sont très semblables du reste à celles produites par les conducteurs du dispositif de Tesla, les deux phénomènes étant mécaniquement identiques. Mais ce qu'il m'a paru intéressant d'étudier est la constatation que ces aigrettes paraissent vibrer synchroniquement, non avec les étincelles de l'oscillateur de Righi, mais avec les mouvements du trembleur de la bobine d'induction.

» En outre à chaque étincelle de l'oscillateur une très vive onde lumineuse se propageait instantanément sur le fil, indépendamment de l'autre luminescence à aigrettes, laquelle continuait sans aucune modification perceptible son mouvement oscillatoire régulier.

» Pour observer de plus près et plus commodément le phénomène, j'ai intercalé dans le fil d'antenne une double boîte, peinte en noir à l'intérieur, munie d'un couvercle fermant hermétiquement, et dans laquelle était tendu près du fond un fil très fin de cuivre. Les extrémités de ce fil sortaient de la boîte par deux trous très étroits et étaient fixées aux serre-fils auxquels arrivaient les bouts du fil radiateur. Sous l'action du flux électrique oscillatoire, j'ai constaté immédiatement la formation d'une série de secteurs lumineux distribués irrégulièrement, *mais qui se formaient à des distances approximativement égales, lorsque l'oscillateur était réglé à l'unisson avec le trembleur.*

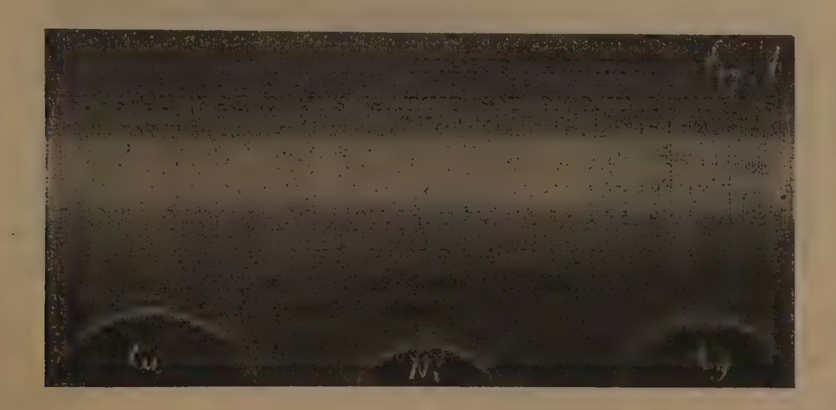
» Diminuant l'intensité du courant primaire jusqu'à faire presque disparaître la luminescence oscillante, l'effet de chaque étincelle de l'oscillateur devenait très visible par l'apparition instantanée d'une forte luminosité.

» Cherchant ensuite à photographier ces phénomènes, j'ai dû reconnaître que la photographie au moyen de l'objectif ne donnait rien; j'ai essayé alors l'action directe des effluves sur la gélatine sensibilisée des plaques rapides au bromure d'argent.

» Ayant coupé longitudinalement en deux une plaque sensible, j'ai placé les deux moitiés l'une sur l'autre, gélatine contre gélatine, et intercalé entre les plaques le fil radiateur. Un morceau de bois de noyer de 6^{cm} d'épaisseur placé dessus servait, par son poids, à les presser suffisamment contre le fil. Le couvercle fermé, aucune lumière ne pouvait plus pénétrer dans la boîte. Après l'action du flux oscillatoire, pendant des temps variables, depuis celui d'une seule étincelle jusqu'à une série d'étincelles d'une durée de dix secondes, on développait les plaques. Au développement l'image apparaissait lentement et très régulièrement, et gagnait en ton, se comportant en somme comme celle d'une plaque ayant subi une pose exacte.

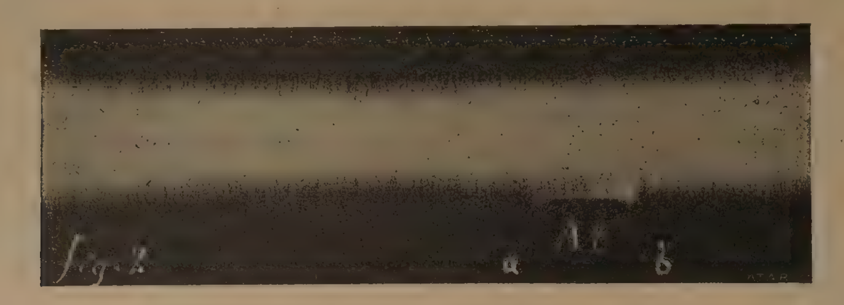
» C'étaient toujours des ramifications bien dessinées, qui devenaient très noires, plus ou moins simples et courbes, *mais toujours normales au fil radiateur près de leur point de départ*. Leur nombre augmentait sur les deux moitiés de la plaque selon et proportionnellement à la durée de la pose. J'ai remarqué à chaque essai que les traits très nets sur l'une des plaques étaient aussi reproduits sur l'autre, mais flous, et *vice versa*, ce qui indiquerait une action photochimique très limitée, mais existant hors des lignes électriques.

» Plaçant le fil radiateur sur une lame de verre quelconque avec quelques pièces de monnaie pour en étudier l'induction, et une seule plaque sensible dessus, gélatine en bas, ces pièces ne permettant pas de presser la plaque contre le fil, on a obtenu l'épreuve de la *fig.* 1, par une action continuée pendant dix secondes. Dans cette



épreuve, on voit, en plus de l'action locale de chaque aigrette, celle d'une lumière diffusée très régulièrement, laquelle doit être due à la réflexion de la surface du verre servant de support au fil et aux pièces métalliques, en raison de l'espace séparant les deux lames, réflexion qui confirme la déduction précédente.

» L'action électrique exclusive est démontrée par l'épreuve de la *fig.* 2, dans laquelle, toutes les autres conditions restant les mêmes, une mince lamelle d'aluminium remplaçait les monnaies, ce qui permettait le contact du fil avec la gélatine. On y voit



les aigrettes parfaitement délimitées sans aucune lumière diffuse, leur longueur présentant une légère diminution dans la partie centrale. Le morceau de bois déjà décrit pressait, dans cette expérience, la plaque sur toute sa longueur.

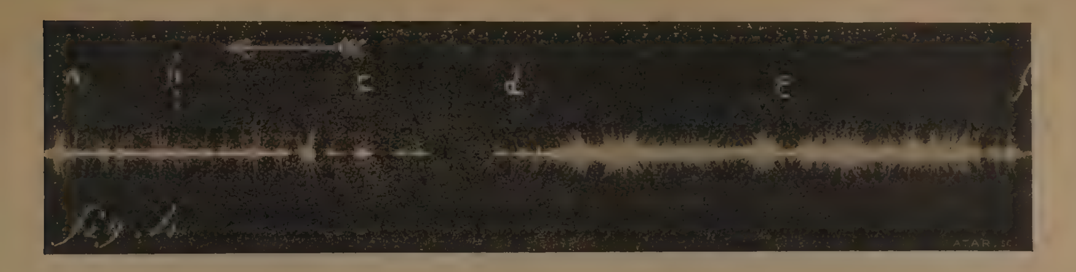
» Dans la *fig.* 3, un fil de cuivre très fin, isolé, a été disposé parallèlement au fil radiateur et sur la plaque sensible, comme poids, on a placé un morceau prismatique de bois, et un de même forme, mais plus petit, en fer. Le bois couvrait l'espace *ab*, le fer l'espace *cd*. Sous ce dernier, les radiations prennent une égale longueur avec une



légère diminution au centre, dans la direction duquel elles se courbent; de plus, on voit de courtes aigrettes marquant l'arrivée du flux au fil isolé. Au contraire, entre *a* et *b*, elles se croisent ensemble irrégulièrement et présentent un minimum beaucoup plus prononcé vers le centre. Enfin, entre *b* et *c*, là où il n'y avait rien sur la plaque, les aigrettes sont perpendiculaires au fil et ressemblent à celles de la *fig.* 1.

» La *fig.* 4 représente les effluves modifiés par des vibrations sonores qui prennent naissance sous l'action du même flux électrique dans le fil lorsqu'on lui donne une tension convenable. Je décrirai dans une prochaine Note un certain nombre de ces

phénomènes sonores obtenus par des dispositifs spéciaux et qui peuvent aider à documenter une théorie sur le mécanisme des radiations électromagnétiques.



» Les observations faites par M. Borgman [1], dans les gaz raréfiés, de la transformation des secteurs lumineux en disques, ont été aussi confirmées par mes expériences. Dans d'autres, les épreuves obtenues sont encore mieux visibles, mais il me suffira d'attirer l'attention sur tous les points de la *fig.* 4, où les courbes lumineuses sont identiques des deux côtés du fil, ce qui indique des surfaces de révolution autour du fil, dont la gélatine reproduirait la coupe diamétrale.

» Dans toutes les expériences du genre de celles que je viens de décrire, j'ai pu constater que la nature plus ou moins magnétique du métal du fil radiateur ne semble pas avoir un effet perceptible lorsque le fil, étant très peu tendu, ne produit pas, en même temps que la luminosité, les phénomènes sonores. Son épaisseur, au contraire, a une influence notable. Plus le fil est mince, plus courtes sont les aigrettes et plus les distances entre elles sont petites.

» Il semblerait ainsi que vraiment le fil de l'antenne radiatrice des ondes hertziennes joue le rôle d'une capacité dont toutes les molécules formant sa surface propagent l'une à l'autre le mouvement oscillatoire produit par les décharges. Ce mouvement se propagerait en même temps aux molécules de l'élément ambiant de l'espace, c'est-à-dire de l'éther, suivant des lignes rayonnantes du fil, sur un nombre infiniment grand de plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe du fil. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un peroxyde de lithium.* Note de M. DE FORCRAND.

« La combustion du lithium dans une atmosphère d'oxygène ne donne que des traces de peroxyde, ce corps paraissant se dissocier en protoxyde

---

[1] *Comptes rendus* du 30 avril 1900, t. CXXX, p. 1179-1182.

et oxygène, ce qui indique une faible chaleur de formation à partir du protoxyde, tandis que celle du protoxyde à partir des éléments est considérable.

» J'ai recherché si, par voie humide, en faisant agir l'eau oxygénée sur la lithine dissoute, on n'obtiendrait pas un peroxyde et quelle serait sa formule.

» I. Dans une première expérience, on a ajouté 300^{cc} d'eau oxygénée pure (à 15 volumes) à 100^{cc} d'une dissolution de lithine contenant 3^{gr},5 de Li^2O. Aucun précipité ne se formant, on a mélangé la liqueur avec 900^{cc} d'alcool absolu. Il y a élévation de température. Puis, peu à peu, de petits cristaux durs, brillants, incolores, se déposent. On les recueille et on les place sur des plaques poreuses sous cloche; ils pèsent environ 8^{gr}.

» Dans une seconde expérience, on a ajouté 300^{cc} d'eau oxygénée (à 12 volumes) à 100^{cc} d'une dissolution de lithine plus concentrée (6^{gr}, 31 de Li^2O), puis 450^{cc} d'alcool absolu. On a recueilli environ 9^{gr} de cristaux qui paraissent identiques aux précédents. Ces produits ne retiennent pas d'alcool.

» L'analyse de ces cristaux donne :

Première expérience.		Deuxième expérience.	
Li^2O	22,15	Li^2O	22,99
O actif	22,56	O actif	25,05
H^2O par différence	55,29	H^2O par différence	51,96
	100,00		100,00

» Le premier produit aurait pour formule $Li^2O^2, H^2O^2 + 3,07\,H^2O$.

» Le second $Li^2O^2, H^2O^2 + 2,77\,H^2O$. Ces corps ne contiennent pas d'alcool.

» C'est évidemment le même composé, le second échantillon retenant un peu moins d'eau parce qu'il s'est produit en liqueur plus concentrée. La formule moyenne est

$$Li^2O^2 + H^2O^2 + 3H^2O.$$

» J'ai dissous séparément dans l'eau les deux échantillons, puis ajouté aussitôt après H^2Cl^2 dissous pour neutraliser.

Premier échantillon :	Dissolution	$-4^{Cal},62$
	Action de H^2Cl^2 dissous	$+19^{Cal},30$
Deuxième échantillon :	Dissolution	$-4^{Cal},37$
	Action de H^2Cl^2 dissous	$+19^{Cal},69$

Les nombres moyens sont par conséquent.. $-4^{Cal},50$ et $+19^{Cal},50$.

» II. Cependant la constitution de ce composé est encore incertaine, car les analyses peuvent se traduire par plusieurs formules :

$$Li^2O^2 + H^2O^2 + 3H^2O,$$
$$Li^2O + 2H^2O^2 + 2H^2O,$$
$$LiOH + H^2O^2 + \tfrac{1}{2}H^2O,$$
$$Li^2O^3 + 4H^2O$$
$$Li^4O^3 + 3H^2O^2 + 5H^2O.$$

» En particulier, la troisième formule $LiOH + H^2O^2 + \frac{1}{2}H^2O$ serait assez voisine de celle de la combinaison $CaO^2H^2 + H^2O^2$ que j'ai fait connaître récemment, et même la chaleur de formation serait assez voisine pour ces deux corps.

» Pour avoir une idée de la constitution de ce composé, je l'ai abandonné dans le vide, bien pulvérisé, en présence d'anhydride phosphorique, à froid.

» Après six jours, l'analyse donne la formule suivante :

$$Li^2O^2 + 0,7H^2O^2 + 2,13H^2O;$$

il y a donc perte, à la fois, de H^2O^2 et de H^2O.

» Après une nouvelle période de neuf jours, on trouve :

$$Li^2O^2 + 0,5H^2O^2 + 0,87H^2O;$$

treize jours plus tard :

$$Li^2O^2 + 0,77H^2O;$$

six jours après :

$$Li^2O^2 + 0,37H^2O;$$

enfin, après huit jours :

$$Li^2O^2 + 0,15H^2O \text{ (1)}.$$

» Le résidu est du bioxyde de lithium Li^2O^2 sensiblement pur et anhydre.

» Il est donc probable que la formule du composé primitif est

$$Li^2O^2 + H^2O^2 + 3H^2O.$$

» III. La chaleur de dissolution du bioxyde de lithium ainsi préparé est de $+7^{Cal},19$ vers $+20°$.

» Connaissant la chaleur de dissolution de $Li^2O(+26^{Cal})$, la chaleur de formation de l'eau oxygénée $(-21,7)$ et enfin la chaleur de neutralisation des deux dissolutions que j'ai trouvée égale à $+6^{Cal},53$, on peut calculer la réaction :

$$Li^2O \text{ sol.} + O = Li^2O^2 \text{ sol.} \ldots \quad +3^{Cal},64.$$

» Or j'ai trouvé précédemment :

$$CaO + O = +\ 5,43$$
$$SrO + O = +10,875,$$

et M. Berthelot a obtenu :

$$BaO + O = +12,10,$$

tandis que le sodium fournit un nombre beaucoup plus élevé pour a suroxydation :

$$Na^2O + O = 117,69 - 89,93 = +27^{Cal},96.$$

» Les quatre premiers métaux

$$Li^2, \quad Ca, \quad Sr, \quad Ba$$

---

(1) *Analyse :*

Li^2O	61,60
O actif	32,77
H^2O par différence	5,63
	100,00

forment donc une série de corps dont la chaleur de suroxydation est faible et augmente un peu avec le poids atomique. Leurs bioxydes ne peuvent s'obtenir directement (à l'exception du dernier, BaO^2, dans certaines limites de température).

» Inversement leur protoxyde est très stable :

$$Li^2 + O = +147,6 \quad \text{(Guntz)},$$
$$Ca + O = +145,0 \quad \text{(Moissan)},$$
$$Sr + O \quad \text{et} \quad Ba + O \quad \text{probablement} > +131,2;$$

ces dernières valeurs tendant d'ailleurs à diminuer un peu lorsque le poids atomique augmente, à peu près comme les chaleurs de suroxydation augmentent. Il en résulte que la chaleur de formation totale du bioxyde à partir des éléments reste sensiblement constante :

$$Li^2 + O^2 = +151,24,$$
$$Ca + O^2 = +150,43 \text{ [1]}.$$

Ces propriétés me paraissent caractéristiques des métaux alcalino-terreux avec lesquels Li^2 présente déjà tant d'analogies. Peut-être le magnésium ($Mg + O = +143,4$), dont je m'occupe de préparer le bioxyde, viendra-t-il s'ajouter à cette série.

» Le sodium, au contraire, ne peut se rapprocher que du manganèse :

$$Na^2 + O = +89,93, \qquad Na^2 + O^2 = +117,69,$$
$$Mn + O = +90,90, \qquad Mn + O^2 = +125,30,$$

et il s'écarte absolument soit des métaux alcalino-terreux, soit du lithium, soit encore du potassium, qui fournit des peroxydes d'un autre type.

» Enfin la chaleur dégagée par l'addition de H^2O^2 et de $3H^2O$ au bioxyde Li^2O^2 pour donner le composé primitif $Li^2O^2, H^2O^2, 3H^2O$ est égale à $+7,19 + 4,50$, soit $+11^{Cal},69$, soit $+2^{Cal},92$ en moyenne pour chaque molécule d'eau ou d'eau oxygénée. »

---

[1] Ce qui conduirait, pour $Sr + O$ et $Ba + O$, à des chaleurs de formation voisines de $+140^{Cal}$ et $+138^{Cal}$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres inconnues contenues dans la samarine brute*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Moissan.

« J'ai annoncé antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 728; 1896) que la samarine brute contenait un élément nouveau caractérisé par diverses raies, à poids atomique plus élevé que celui du samarium, moins que celui du gadolinium, et je l'ai désigné par Σ en attendant de l'avoir isolé réellement.

» Dans les samarines d'où je suis parti, les raies de Σ n'étaient présentes qu'avec une intensité assez modérée. En poursuivant les fractionnements par la méthode des azotates magnésiens (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1019; 1900), ces raies sont devenues de plus en plus fortes jusqu'à égaler en éclat celles des plus puissantes, telles que celles du baryum ou de l'yttrium. Quelques autres raies absentes ou peu visibles dans mes premiers produits se sont de même manifestées finalement avec un éclat sinon aussi vif, du moins encore très grand. Parmi ces dernières, trois raies bleues méritent de nous arrêter spécialement. Elles ont en effet été signalées par M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 575; 1892) dans certaines samarines, comme devant, d'après les résultats des fractionnements, appartenir à un élément spécial désigné, jusqu'à plus ample information, sous le symbole provisoire Z_ε. M. de Boisbaudran n'avait pu poursuivre ses recherches faute de matière. Il me semble tout à fait certain que Z_ε et Σ désignent le même élément : 1° parce que les trois raies de Z_ε sont le plus intenses là où les raies de Σ sont maxima ; 2° parce qu'avec la bobine à long fil de M. de Boisbaudran, ces trois raies gardent relativement une force considérable, alors que les raies de Σ, les plus fortes avec ma bobine à court fil, s'affaiblissent beaucoup. Je désignerai donc le nouvel élément sous le symbole $\Sigma - Z_\varepsilon$.

» Lorsque, dans ces derniers mois, je fus arrivé à concentrer dans une faible portion les terres à $\Sigma - Z_\varepsilon$, je m'aperçus, à l'examen de l'absorption, de la présence de bandes nouvelles qui ne pouvaient être dues qu'à $\Sigma - Z_\varepsilon$ ou à un nouvel élément. Les quelques grammes d'oxyde que j'ai isolés à l'état d'assez grande pureté, c'est-à-dire ne contenant plus ni samarium ni gadolinium en quantité notable, présentent les caractères suivants :

» C'est une terre d'un blanc à peine rosé, dont les sels d'un rose pâle

présentent les bandes d'absorption suivantes en solution azotique très acide au $\frac{1}{6}$ sous 3^{cm} d'épaisseur :

590 nébuleuse très faible.
570 très étroite, nette, faible.
535 nébuleuse assez faible.
525 étroite, nette, assez notable.
465 milieu d'une bande à bords très nets, large de 2λ environ, notable et la plus forte du spectre, moins réfrangible que la forte bande voisine de Sm que l'on voit à côté d'elle sur des solutions de composition convenable.
395,5 milieu d'une bande nébuleuse, large d'environ 7λ, d'intensité notable.
385,5 milieu d'une bande nébuleuse, large d'environ 4λ, assez faible.
380,5 milieu d'une bande nébuleuse, large d'environ 3λ, faible.

» *Aucune de ces bandes n'est forte.*

» Quelques-unes ont déjà été signalées comme appartenant au samarium. La plus forte du bleu par son voisinage de la forte du samarium a pu faire penser que celle-ci serait variable et était due à un élément spécial.

» Ces sels donnent en solution chlorhydrique, avec ma bobine à court fil, un spectre d'un extrême éclat contenant :

» 1° les raies de $\Sigma - Z_\varepsilon$ ci-jointes :

λ.	Force.
4652,9........	14
4628,2........	14 > la précédente
4595,0........	14 > la précédente
4523,2........	14
4435,7........	15
4205,8........	16
4130,2........	16
3972,1........	16
3930,8........	16
3907,5........	15
3819,4........	16
3724,7........	15
3688,2........	12
3520,5........	10

» Dans cette échelle de force le maximum est 16. C'est l'intensité des plus fortes raies qu'on puisse voir. Ces raies sont toutes étroites et très longues. Il m'a paru que quelques raies *de même caractère*, mais plus faibles, étaient visibles dans le vert, le jaune et le rouge. Je ne les ai pas encore photographiées.

» 2° Une foule de raies nouvelles d'intensité faible ou médiocre, sur la nature desquelles j'ai, comme on verra plus loin, quelques doutes;

» 3° Faiblement les principales raies du gadolinium et du samarium.

» Le samarium, peu visible à l'étincelle, se manifeste par des traces des bandes ultra-violettes d'absorption.

» En renversant l'étincelle suivant la méthode de M. de Boisbaudran on obtient sur la solution nitrique un spectre très brillant, peut-être le plus brillant des spectres de cette espèce. Il comprend les bandes suivantes :

	λ.	
α.	625-615	très forte, peu nébuleuse.
β.	594-587	forte, nébuleuse.
	585-582	assez faible, nébuleuse.
	580	faible, nébuleuse, étroite.
δ.	557-552	assez faible, très nébuleuse.
γ.	537-533	forte, très nébuleuse.
	525	très faible.

» En solution chlorhydrique on a le même spectre un peu moins intense; cela est-il dû à des traces de fer si souvent présentes dans l'acide chlorhydrique? Le symbole Z_ζ attribué provisoirement à la bande de renversement α615 doit donc être rapporté aussi à $\Sigma - Z_\varepsilon$.

» Si l'on compare ces résultats avec ceux qu'a obtenus M. de Boisbaudran sur les variations des spectres de renversement du samarium en solution azotique ou chlorhydrique, on constatera sans peine qu'elles s'expliquent avec aisance par ce fait que d'une part ces bandes recouvrent une partie des bandes du samarium ou en sont très voisines, et que, d'autre part, tandis que le spectre de ce dernier est plus fort en solution chlorhydrique qu'en solution azotique, c'est l'inverse pour $\Sigma - Z_\varepsilon$.

» Le poids atomique de cet élément pris par synthèse du sulfate est voisin de 151. Ce n'est là qu'une indication, la substance n'étant pas assez pure pour une bonne détermination.

» Une question se pose maintenant : ces trois spectres, étincelle, absorption, renversement correspondent-ils à un même corps ou à des éléments différents. Je ne suis pas en mesure de répondre à cette question pour le moment. J'ai entrepris un fractionnement spécial en vue de résoudre cette question et espère être prochainement en état de le faire. Toutefois je ferai remarquer que la coïncidence, inhabituelle dans la série des terres rares, d'un spectre d'absorption, et de très nombreuses et faibles raies d'étincelles avec un spectre de puissantes raies d'étincelles semble indi-

quer la présence de deux éléments. La faiblesse des bandes d'absorption est de même peu ordinaire. Il semblerait donc conforme aux analogies d'attribuer au même élément le spectre d'absorption, le spectre de renversement et les nombreuses et médiocres raies du spectre d'étincelle.

» Je n'ai pas encore examiné les spectres de fluorescence dans le vide, la pureté de ma substance ne m'ayant pas paru suffisante pour ces recherches si délicates.

» En terminant je me permets d'insister sur la faible abondance du Z_ε dans les terres à samarine et l'éclat extrême du spectre d'étincelle qui l'a fait découvrir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de l'érythrulose et la préparation d'une nouvelle érythrite : l'érythrite droite.* Note de M. **Gabriel Bertrand** [1], présentée par M. Duclaux.

» J'ai montré dans une Note antérieure que l'érythrite est rapidement oxydée par la bactérie du sorbose et qu'à la place on peut extraire des cultures un sirop fortement réducteur, constitué surtout par de l'érythrulose [2].

» Ce nouveau sucre, à quatre atomes de carbone, possède une fonction cétonique et présente avec le corps dont il provient exactement les mêmes rapports que le lévulose avec la mannite. En examinant sa formule de constitution

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CO \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH^2OH \end{array}$$

on prévoit qu'il doit donner naissance, par fixation de 1^{mol} d'hydrogène, à deux érythrites stéréo-isomères : l'une, inactive et identique avec l'érythrite naturelle qu'on connaît; l'autre, optiquement active, inconnue

(1) MM. Maquenne et Bertrand s'étaient concertés pour que leurs Notes, dont l'une donne le mode de préparation de l'érythrite droite et l'autre (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1402) celle de l'érythrite gauche, arrivent le même jour devant l'Académie. Une erreur de transmission a retardé celle de M. Bertrand.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1330; 1900.

jusqu'ici et permettant de définir par son pouvoir rotatoire l'érythrulose, gauche ou droit, dont on est parti.

» Je vais décrire comment j'ai pu réaliser cette double transformation à l'aide de l'amalgame de sodium.

» La réaction a été effectuée en présence de l'eau maintenue continuellement acide. De cette manière on n'avait pas à craindre la formation de soude libre et l'action isomérisante de ce réactif sur l'érythrulose. Les résultats décrits plus loin peuvent donc être rapportés en toute confiance au fait seul de l'hydrogénation.

» 50gr de sirop d'érythrulose, régénéré de sa combinaison avec le bisulfite de sodium, ont été dissous dans 200cc d'eau et additionnés, par fractions de 50gr, de vingt-cinq fois leur poids d'amalgame de sodium à 2 $\frac{1}{2}$ pour 100. Avant chaque addition d'amalgame, on avait soin d'introduire dans le liquide la quantité d'acide sulfurique nécessaire à la neutralisation complète de la soude qui allait se produire, soit 5cc d'un mélange de : eau, 85gr; acide sulfurique, 60gr.

» La solution d'érythrulose était placée dans une capsule nageant à la surface d'un courant d'eau froide, et l'on agitait d'une manière continue, en interrompant les additions d'amalgame dès que la température du liquide dépassait 30°.

» En opérant ainsi, l'amalgame de sodium est rapidement décomposé, et la réduction de l'érythrulose n'exige pas plus d'une heure et demie à deux heures. L'hydrogène est d'ailleurs facilement absorbé et l'effervescence n'apparaît que vers la fin de l'opération.

» Quand celle-ci est terminée, on décante le mercure, on neutralise exactement le liquide avec un peu de soude et l'on précipite le sulfate alcalin par 3 ou 4 volumes d'alcool. La liqueur, séparée à la trompe, est alors distillée dans le vide.

» Il reste un sirop épais contenant un mélange de deux érythrites.

» La première cristallise par introduction d'une trace d'érythrite ordinaire. En remuant, elle transforme le sirop en une bouillie épaisse; on ajoute de l'alcool absolu et, après vingt-quatre heures de repos, on essore les cristaux à la trompe. Le rendement est égal au quart du poids de l'érythrulose.

» Lavés à l'alcool et recristallisés, ces cristaux présentent tous les caractères de l'érythrite inactive naturelle. Ils ont une saveur sucrée, fondent à la température de +120°, bouillent et distillent dans le vide sans décomposition. Leur solution aqueuse est sans action sur la lumière polarisée, et abandonne par évaporation de gros cristaux transparents, du système

quadratique, facilement reconnaissables. Enfin, leur analyse élémentaire a donné les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^{10}O^4$.
Carbone	39,29	39,34
Hydrogène	8,38	8,20

» La seconde érythrite, beaucoup plus soluble, ne peut être séparée qu'à l'état d'acétal. On agite les eaux-mères concentrées de l'érythrite inactive avec deux fois leur poids d'acide sulfurique à 50 pour 100 et autant d'aldéhyde benzoïque. La combinaison s'effectue très rapidement et l'acétal se dépose à l'état cristallisé. On l'essore, on le lave à l'eau, puis à l'alcool; enfin on le décompose en le chauffant dans un courant de vapeur en présence d'acide sulfurique à 5 pour 100 et d'aldéhyde benzoïque. Cette dernière est ajoutée en quantité suffisante pour dissoudre à chaud l'acétal. Lorsqu'il ne distille plus d'aldéhyde, on précipite l'acide sulfurique par la baryte et l'on évapore le liquide filtré.

» La nouvelle érythrite reste sous forme d'un sirop incolore, se solidifiant bientôt en une masse radiée, d'aspect soyeux. On en obtient 15 pour 100 environ du poids de l'érythrulose. Cette érythrite se dissout avec une extrême facilité dans l'alcool absolu bouillant et recristallise en fines aiguilles par le refroidissement. Son point de fusion est situé à 88°-89°. En solution aqueuse, elle présente un pouvoir rotatoire lévogyre. A 10 pour 100, sous une épaisseur de 30^{cm}, elle a donné, à la température de $+7°$, une déviation de $-1°26'$, d'où

$$[\alpha]_D = -4°46' \quad \text{(soit } 4°,76\text{)}.$$

Par évaporation de sa solution dans l'eau, la nouvelle érythrite cristallise en grands prismes allongés appartenant au système rhomboédrique (d'après la détermination de M. Wyrouboff). Son analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^{10}O^4$.
Carbone	39,18	39,34
Hydrogène	8,30	8,20

» Ces caractères sont ceux que M. Maquenne reconnaît à l'érythrite qu'il vient de préparer en partant du xylose ordinaire ou xylose gauche ; la seule différence réside dans le pouvoir rotatoire, égal et de signe contraire. Comme l'érythrite de M. Maquenne ne peut appartenir qu'à la

série gauche, son antipode optique, dérivé de l'érythrulose, est nécessairement l'érythrite de la série droite.

» Les formules suivantes représentent alors les relations stéréochimiques qui unissent l'érythrulose à ses deux produits d'hydrogénation

i-érythrite.	*d*-érythrulose.	*d*-érythrite ([1]).
$CH^2.OH$	$CH^2.OH$	$CH^2.OH$
$H-C-OH$	$H-C-OH$	$H-C-OH$
$H-C-OH$	CO	$OH-C-H$
$CH^2.OH$	$CH^2.OH$	$CH^2.OH$

et l'on doit conclure que le sucre obtenu par l'action de la bactérie du sorbose sur l'érythrite est de l'érythrulose droit.

» Ce passage de l'érythrite inactive à l'érythrite droite, à l'aide de la bactérie du sorbose, est absolument comparable à celui que j'ai rapporté antérieurement de la sorbite ordinaire à la *d*-idite ([2]). Il montre, une fois de plus, l'extrême précision du fonctionnement chimico-physiologique de certaines cellules et tous les avantages qu'on pourrait retirer en Chimie de l'emploi judicieux des microbes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate d'éthyle* ([3]). Note de M. **Juvénal Derôme**.

« Comme l'ont montré MM. Dünschmann et de Pechmann ([4]), les éthers acétonedicarboniques, possédant deux groupes méthylènes compris entre les radicaux CO et $CO^2C^2H^5$, se prêtent à une série de substitutions analogues à celles auxquelles donnent lieu les éthers acétoacétiques, maloniques, cyanacétiques, etc.

([1]) Soit $1\frac{2}{3}4$, d'après l'ingénieuse notation proposée par M. Maquenne (*Les Sucres*, Paris; 1900).

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 259; 1898. Ce travail, dont je n'avais malheureusement pas publié les détails, a trouvé une confirmation récente dans les belles recherches de MM. Lobry de Bruyn et van Ekenstein. [Le *d*-sorbose et le *l*-sorbose (ψ-tagatose) et leur configuration; *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XIX, p. 1; 1900.]

([3]) Travail effectué au laboratoire de M. le professeur Haller, à la Sorbonne.

([4]) Dünschmann et de Pechmann, *Annales de Liebig*, t. CCLXI, p. 167 et suiv.

» En traitant les dérivés sodés de ces derniers éthers par du chlorure de cyanogène, M. Haller et ses élèves ont obtenu une série d'éthers cyanés et dicyanés à fonction acide très prononcée, et susceptibles de donner des sels très caractéristiques.

» L'acétonedicarbonate d'éthyle se comporte de la même manière :

» *Préparation de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané* (cyano$_2$ pentanone$_3$ dioate d'éthyle). — Une molécule d'acétonedicarbonate d'éthyle a été traitée par une molécule d'éthylate de sodium, bien à froid, de manière à n'obtenir que le dérivé monosodé. Celui-ci, en solution alcoolique, a été alors traité à froid par un courant lent de chlorure de cyanogène ($\frac{1}{2}$ molécule). La première formule qui se présente à l'esprit pour traduire la réaction est la suivante

$$\begin{aligned} &CO^2C^2H^5 - CHNa - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + CAzCl \\ &= NaCl + CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle |\atop CAz}{CH} - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5. \end{aligned}$$

» Mais, ainsi que l'a montré M. Haller dans des cas analogues, le dérivé cyané obtenu doit être doué de propriétés plus acides que l'acétonedicarbonate d'éthyle; aussi réagit-il sur une autre portion du dérivé monosodé pour donner

$$\begin{aligned} &CO^2C^2H^5 - CHNa - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle |\atop CAz}{CH} - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 \\ &= CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle |\atop CAz}{CNa} - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5. \end{aligned}$$

» En définitive, on régénère la moitié de l'acétonedicarbonate d'éthyle employé; l'autre moitié est transformée en dérivé monosodé de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané. Par un épuisement à l'éther, on enlève l'acétonedicarbonate d'éthyle régénéré; par l'acide sulfurique étendu, on met ensuite en liberté le nitrile, qui est enfin extrait par un nouvel épuisement à l'éther. Cette solution éthérée donne, par évaporation lente, de beaux cristaux d'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané.

» Ces cristaux sont incolores et transparents; ils fondent à 43°-44°. Ils sont très peu solubles dans l'eau, peu solubles dans la ligroïne, solubles dans l'acide acétique et le sulfure de carbone, très solubles dans l'éther ordinaire, le chloroforme et le benzène.

» *Combinaisons métalliques.* — L'acétonedicarbonate d'éthyle mono-

cyané contient encore trois atomes d'hydrogène se prêtant aux substitutions; mais, parmi ces trois atomes, celui qui est voisin du groupement CAz doit être plus acide que les deux autres : c'est donc sur lui que vont porter les premières substitutions. C'est ainsi qu'en dissolvant l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané dans le carbonate de sodium en solution concentrée, jusqu'à neutralité, puis traitant par l'azotate d'argent, j'ai obtenu le dérivé argentique

$$C^{10}H^{12}O^5AzAg,$$

blanc, noircissant à la lumière.

» De même encore l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané dissous dans le chloroforme et traité par l'acétate de cuivre a donné le dérivé cuivrique

$$(C^{10}H^{12}O^5Az)^2Cu,$$

soluble dans le chloroforme, d'où il cristallise en petits cristaux verts.

» J'ai aussi préparé le dérivé barytique

$$(C^{10}H^{12}O^5Az)^2Ba;$$

il est soluble dans l'eau.

» *Dérivé éthylique*. — Enfin, en faisant réagir l'iodure d'éthyle sur le dérivé argentique en suspension dans l'éther, j'ai obtenu le composé

$$C^{10}H^{12}O^5Az(C^2H^5).$$

Il cristallise de sa solution éthérée en petits cristaux blancs, soyeux, très peu solubles dans l'eau, solubles dans le chloroforme et le benzène. Ils fondent à 55°.

» La formule développée de ce composé peut être la suivante :

$$\begin{array}{c} \quad C^2H^5 \\ \quad | \\ CO^2C^2H^5 - C - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5, \\ \quad | \\ \quad CAz \end{array}$$

mais il peut se faire aussi que, par un mécanisme bien connu de transposition moléculaire avec création d'une double liaison, elle réponde à la forme tautomère

$$\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 - C = CO(C^2H^5) - CH^2 - CO^2C^2H^5, \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CAz \end{array}$$

provenant de l'isomère énolique

$$\begin{array}{c} CO^2C^2H^5 - C = COH - CH^2 - CO^2C^2H^5. \\ | \\ CAz \end{array}$$

» C'est ce que l'action de la potasse alcoolique ou encore de l'ammoniaque aqueuse me permettra sans doute de décider.

» Tout en continuant l'étude de ces corps cyanés, j'ai l'intention de répéter avec l'acétonedicarbonate de méthyle quelques-unes des principales réactions que j'aurai obtenues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des combinaisons métalliques de la diphénylcarbazone*. Note de M. P. Cazeneuve.

« La diphénylcarbazide symétrique ou urée de la phénylhydrazine, sous certaines influences oxydantes (action de MnO^2, HgO et enfin de la potasse alcoolique) [1], se transforme en un produit asymétrique de déshydrogénation appelé par E. Fischer *diphénylcarbazone*. Ce dernier corps se forme d'après l'équation suivante :

$$CO\begin{cases} AzH - AzH.C^6H^5 \\ AzH - AzH - C^6H^5 \end{cases} + O = CO\begin{cases} AzH - AzH.C^6H^5 \\ Az = Az.C^6H^5 \end{cases} + H^2O.$$

» En faisant bouillir la diphénylcarbazide symétrique pendant dix minutes avec son poids de potasse au sein de vingt fois son poids d'alcool à 93°, on obtient ce dérivé sous forme de matière colorante rouge orangé qu'on précipite au sein d'un excès d'eau par l'acide sulfurique.

» Si l'on a signalé ce dérivé coloré, on a méconnu jusqu'à présent le caractère acide. On peut obtenir, en effet, des sels de la formule

$$CO\begin{cases} AzM - AzH.C^6H^5 \\ Az = Az.C^6H^5 \end{cases}.$$

» Le groupement COAzH est acide bien que ne décomposant pas cependant les carbonates.

» Après ébullition au sein de la *potasse* alcoolique, en prenant les proportions que

---

(1) Heller, *A.*, t. CCLXIII, p. 274.

j'ai indiquées, on obtient une belle cristallisation après refroidissement d'une combinaison potassique correspondant à la formule $CO\begin{matrix}\diagup AzK - AzH.C^6H^5 \\ \diagdown Az = Az.C^6H^5\end{matrix}$.

» Ces cristaux vus par réflexion présentent une teinte violet noir avec des reflets mordorés. Ce sont des lames rhomboédriques.

» Ils sont assez solubles dans l'eau, mieux dans l'alcool, le chloroforme, la benzine. Ils sont un peu solubles dans l'éther.

» On obtient ce même corps par ébullition de la diphénylcarbazide au sein du toluène avec le potassium.

» L'ébullition de la diphénylcarbazide avec de la *soude* alcoolique dans les mêmes proportions donne le corps : $CO\begin{matrix}\diagup AzNa - AzH.C^6H^5 \\ \diagdown Az = Az.C^6H^5\end{matrix}$, qui cristallise également au sein de l'alcool sous forme de lames de couleur marron.

» Au sein du toluène, le sodium donne avec la diphénylcarbazide ce même dérivé monobasique de la diphénylcarbazone.

» Avec un excès de potassium ou de sodium, on ne parvient pas à faire les dérivés dimétalliques.

» Une autre particularité est que les corps obtenus, soit par action du sodium ou du potassium au sein du toluène, soit par action de la potasse ou de la soude alcoolique, ne sont jamais des dérivés de la diphénylcarbazide, mais bien de la diphénylcarbazone, c'est-à-dire du corps asymétrique $CO\begin{matrix}\diagup AzH - AzH.C^6H^5 \\ \diagdown Az = Az.C^6H^5\end{matrix}$, formés avec dégagement d'hydrogène.

» Ces dérivés alcalins se prêtent à la double décomposition avec les sels métalliques.

» Les acétates de zinc, de plomb, de cuivre, de mercure, de fer, de chrome, de nickel, de cobalt, etc. donnent des précipités au sein de l'eau avec la solution aqueuse de la diphénylcarbazone potassique.

» Ces précipités varient, comme couleur, du rouge cerise au violet et au bleu.

» Les combinaisons zinciques, plombiques, de ferrosum, de nickel, de cobalt sont rouge cerise. Le composé cuprique est violet, le composé mercurique est bleu. Ces combinaisons, véritables laques, sont solubles dans l'alcool, la benzine, le sulfure de carbone. Elles sont un peu solubles dans l'éther et surtout très solubles dans le chloroforme. Suivant les solvants, une même laque donne une solution de nuance légèrement variable.

» Les sels d'alcaloïdes ne donnent pas de précipités avec la diphénylcarbazone potassique ou sodique.

» Les sels d'argent font la double décomposition et donnent un composé bleu violacé qui se décompose instantanément à froid avec dépôt d'argent métallique. Le chlorure d'or est également réduit. Le chlorure de platine donne un dérivé platinique qui se dissout en rouge acajou dans l'alcool, le chloroforme, etc.

» Ces laques métalliques ne cristallisent pas de leurs dissolvants.

» Elles sont décomposables par la chaleur au-dessous ou à 100°. La décomposition a lieu avec vivacité ou explosion; elle rappelle le mode de décomposition des diazoïques. »

ZOOLOGIE. — *Pression osmotique de l'œuf, et polyembryonie expérimentale.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En soumettant des œufs de Petromyzon fraîchement fécondés à des solutions isotoniques variées, j'avais pour unique objectif de mettre en relief les variations constantes relevant vraisemblablement des seuls facteurs : *pression osmotique* et *déshydratation*. Mais l'évolution, arrêtée aux premiers stades par des solutions fortes de sel ou de sucre, se poursuit avec des caractères nouveaux si l'on reporte à temps les matériaux dans le milieu normal.

» La fécondation est faite dans l'eau ordinaire, et, deux heures après, les œufs sont plongés dans le sucre à 10 pour 100 ou dans le sel à 1 pour 100. Au bout de dix-huit heures, on constate un arrêt aux stades à deux, quatre, huit ou dix éléments. La morula est beaucoup plus avancée sur les témoins. Les matériaux sont reportés dans l'eau ordinaire, avec leurs blastomères profondément incisés comme dans les expériences précédentes. Mais les segmentations ultérieures ne présentent plus ce caractère : chaque élément initial va servir de point de départ à une ébauche distincte, isolée de ses voisines, et dont la destinée ultérieure variera avec la taille, vraisemblablement aussi avec la teneur en vitellus.

» *Si l'arrêt momentané a porté sur deux blastomères sensiblement égaux, l'évolution ne diffère en rien de celle qui a été décrite dans le cas de blastotomie spontanée* [1] : *elle conduit à deux larves jumelles.*

» Si l'on a pour point de départ deux segments inégaux, l'ébauche la plus petite se différencie plus lentement, mais n'arrive à terme que si elle répond à $\frac{1}{3}$ *au moins du volume total.*

» Avec trois blastomères sensiblement égaux, j'ai observé trois ébauches gastrulaires munies chacune de leur blastopore; mais aucune d'elles n'a différencié ses bourrelets médullaires.

» Il arrive fréquemment, étant donnée l'irrégularité des premières segmentations, qu'une ou plusieurs ébauches s'arrêtent au stade blastulaire, une seule, la plus volumineuse, parcourant toute son évolution.

---

[1] E. Bataillon, *Blastotomie spontanée et larves jumelles chez* Petromyzon Planesi (*Comptes rendus,* 30 avril 1900).

» Enfin, si les blastulas sont trop nombreuses (4 à 8 par exemple), elles avortent régulièrement.

» Il importe de remarquer que les témoins provenant de la même fécondation n'ont pas fourni une seule formation double ou anormale.

» *En somme, si, préalablement, on augmente la pression osmotique de l'œuf par des concentrations suffisantes et isotoniques de sel ou de sucre, la différence exagérée au contact de l'eau pure détermine la séparation des blastomères et leur évolution isolée en autant d'ébauches distinctes.*

» Loeb [1] expose les œufs d'oursin à l'eau de mer diluée, et, les transportant ensuite dans l'eau de mer normale, il observe des extraovats et des développements doubles; il obtient également des développements doubles sans extraovat. Évidemment, nos opérations diffèrent : celle de Loeb n'est pas applicable aux matériaux d'eau douce. Mais les deux cas doivent être rapprochés, car il s'agit toujours de changements brusques portant sur la *pression osmotique*. Le parallèle s'impose d'autant mieux que l'auteur en question fait nettement ressortir l'importance de ce facteur physique et fait appel, pour l'explication des formations doubles ordinaires, à une différence de pression exagérée entre l'œuf anormal, « pathologique », et les liquides utérins (« le sang en première ligne »).

» Les expériences ci-dessus, portant sur un type vertébré, viennent à l'appui de sa manière de voir. Cette idée, qui repose sur les faits, permet de comprendre les formations doubles, normales ou monstrueuses, sans faire intervenir une division incomplète de l'œuf avant la fécondation (Schultze), des troubles dans la gastrulation (Hertwig), etc.

» Mais l'explication paraît sortir du domaine de l'hypothèse, si l'on tient compte du développement régulier et complet de larves jumelles, tel qu'il a été suivi *en dehors de toute intervention*, à la fin de la période du frai, sur des œufs ayant séjourné dans les conduits sexuels [2]. Il ne s'agit pas d'un cas isolé : car des lots d'origine différente ont donné les mêmes résultats. Or, ces œufs sont dans un état *pathologique* attesté par le fait que seule l'évolution anormale suit son cours, la segmentation des ébauches simples étant promptement enrayée quand elle commence.

» D'autre part, l'excès de pression osmotique semble marqué d'une

---

(1) J. Loeb, *Beiträge zür Entwickelungs Mechanik der aus einem Eientschenden Doppelteildungen* (*Arch. f. Entwick. Mech.*, 1895, p. 453-472).

(2) E. Bataillon, *Loc. cit.*

façon assez nette par la formation fréquente d'extraovats chez deux des œufs qui n'évoluent pas.

» Il est inutile d'insister sur la signification de ces faits au point de vue de la thèse de l'*Isotropie*. Le *développement indépendant des blastomères* n'est pas *fonction du lieu,* comme le voulait Driesch, et l'on ne saurait faire intervenir à son sujet des actions élémentaires réciproques. Il paraît dépendre de la *forme* [suivant l'idée que j'émettais en 1896 (1), et qui est du reste celle de Loeb (2)], de la forme qui peut être *fixée* uniquement par une variation brusque de pression s'il y a plusieurs ébauches distinctes sans extraovat, fixée également pour les extraovats d'oursins par l'étranglement accusé du pédicule.

» *En tout cas, l'observation et l'expérimentation permettent d'attribuer à la plupart des formations doubles ou multiples une origine précoce. Cette origine serait dans la séparation mécanique des premiers blastomères sous l'influence d'un excès de pression osmotique.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Lémuriens subfossiles de Madagascar.* Note de M. Guillaume Grandidier, présentée par M. H. Filhol.

« On a souvent émis l'opinion que Madagascar avait autrefois une étendue très supérieure à celle qu'elle occupe aujourd'hui. Les botanistes ont constaté que le nombre des espèces de plantes qu'on y a trouvées est beaucoup plus considérable que ne le comportent ses limites présentes; les zoologistes apportent maintenant leur appui à cette hypothèse. En effet, cette île dont la faune actuelle, qui présente de si curieuses analogies avec celle des temps tertiaires, a dès longtemps excité l'intérêt des savants, attire en ce moment, d'une manière toute particulière, leur attention par la découverte de nombreux restes d'animaux subfossiles qui l'ont jadis habitée et qui n'y existent plus aujourd'hui, quoique leur disparition ne remonte pas à une époque bien ancienne, puisqu'ils ont vécu du temps de l'homme.

---

(1) *Nouvelles recherches sur les Mécanismes de l'Évolution* (*Arch. Zool. Exp.*, 1897).

(2) J. Loeb, *Ueber die angebliche g.g. Beinflüssung der Furchungszellen*, etc. (*Arch. f. Entw. Mech.;* 1899).

» Jusqu'en 1893, en dehors des *Æpyornis,* ces oiseaux brévipennes de si grande taille, qui ont été décrits dans les *Comptes rendus,* en 1850, par Geoffroy Saint-Hilaire et par MM. Alphonse Milne-Edwards et Alfred Grandidier en 1868, et des deux petites espèces d'hippopotame, *Hippopotamus Lemerlei* (Alfred Grandidier, 1868) et *H. leptorynchus* (Alfred Grandidier et Henri Filhol, 1890), aucun autre représentant des ordres supérieurs de vertébrés n'avait été signalé. En cette année, M. Forsyth Major fit part, aux membres de la Société Royale d'Angleterre, de la découverte faite, sur la côte sud-ouest de Madagascar, dans les marais d'Ambolisatra, d'un crâne de Lémurien gigantesque, voisin des mammifères fossiles trouvés dans les terrains éocènes de France, les *Adapis,* et qu'il nomma, en conséquence, *Megaladapis*.

» Peu après, M. Filhol fit l'étude des nombreux ossements provenant de la même région, qui existaient au Muséum d'Histoire naturelle, et, en 1895, il donna la description de quatre genres nouveaux de Lémuriens disparus et de deux espèces de *Lemur* de taille bien supérieure à tous ceux qui vivent actuellement.

» A mon retour de Madagascar, en 1899, désirant préparer une étude d'ensemble sur ces animaux, j'ai rassemblé tous les matériaux que j'ai pu me procurer; en outre des types déjà décrits, les envois de M. Bastard, arrivés il y a quelques semaines, les collections paléontologiques de M. Jully et les miennes m'ont fourni l'occasion d'études nouvelles et intéressantes. Les os de Lémuriens y étaient en grand nombre; mais dans la majeure partie des cas, afin d'éviter des doubles emplois, je me suis contenté de donner la diagnose des animaux dont je possédais les dents qui peuvent seules permettre de faire des déterminations précises. Quatre genres nouveaux viennent ainsi d'être décrits. Le plus remarquable par sa taille est le *Peloriadapis,* qui paraît être actuellement le plus grand mammifère quadrumane connu; il est voisin du *Megaladapis* dont il diffère par des dimensions presque doubles et par la disposition de l'arcade zygomatique. Deux autres genres, le *Paleopropithecus* et le *Paleochirogalus* se signalent aussi par les analogies qu'ils présentent avec les Lémuriens encore vivants, les *Propithecus* et les *Chirogalus;* quoique la forme générale des dents soit assez semblable, ils en diffèrent cependant par leur taille qui est bien supérieure; ils étaient en outre plus trapus et les os et les insertions musculaires montrent qu'ils avaient des membres courts et puissants; enfin leur vie était moins arboricole, plus terrestre que celle de leurs congénères actuels.

» Tous les débris de ces animaux ont été trouvés jusqu'ici soit à peu de profondeur dans les tourbières des environs d'Antsirabé au centre même de l'île, soit dans les marécages qui bordent la côte ouest, soit encore dans certaines grottes des régions calcaires du sud; ils sont généralement en grande quantité, formant de vastes ossuaires où les espèces subfossiles et vivantes sont le plus souvent mêlées.

» En résumé, les Lémuriens dont les ossements ont été, jusqu'à ce jour, trouvés à Madagascar à l'état subfossile sont les

» *Megaladapis madagascariensis* (Forsyth Major) [1].
» *Filholi* (Guillaume Grandidier) [2].
» *Peloriadapis Edwardsi* (G. G.) [3].
» *Propithecus Verreauxi* (espèce encore vivante).
» *Paleopropithecus ingens* (G. G.) [4].
» *Lemur intermedius* (Henri Filhol) [5].
» *insignis* (H. F.) [6].
» *Bradylemur robustus* (G. G.) [7].
» *Bastardi* (G. G.) [8].
» *Dinolemur Grevei* (H. F.) [9].
» *Lophiolemur Edwardsi* (H. F.) [10].
» *Nesopithecus Roberti* (F. M.) [11]

---

(1) *Megaladapis madagascariensis* [Forsyth Major, *Phil. Trans.*, t. CLXXXV, p. 15, Pl. V-VII; 1894. — *Proc. Zool. Soc.*, Vol. LXII, p. 46; 1897 (description of brain). — Trouessart, *La Nature,* t. XXII; 1894. — G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 6; 1899. — *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900].

(2) *Megaladapis Filholi* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 6; 1899).

(3) *Peloriadapis Edwardsi* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 6; 1899. — *Bull. M. H. N.*, n° 7; 1899).

(4) *Paleopropithecus ingens* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 7; 1899. — *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(5) *Lemur intermedius* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 12; 1895. — G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(6) *Lemur insignis* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 12; 1895. — G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(7) *Bradylemur robustus* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 7; 1899).

(8) *Bradylemur Bastardi* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(9) *Dinolemur Grevei* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 12; 1895. — G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(10) *Lophiolemur Edwardsi* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 13; 1895).

(11) *Nesopithecus Roberti* (Forsyth Major, *Geolog. Magaz.*, octobre 1896. — Trouessart, *La Nature,* janvier 1897).

» *Thaumastolemur Grandidieri* (H. F.) (¹).
» *Archæolemur Majori* (H. F.) (²).
» *robustus* (G. G.) (³).
» *Globilemur Flacourti* (F. M.) (⁴).
» *Paleochirogalus Jullyi* (G. G.) (⁵).

» Il est probable que cette liste s'augmentera encore, mais j'ai tenu à appeler, dès aujourd'hui, l'attention sur cette faune disparue, si intéressante à tous les points de vue et qui confirme l'opinion que l'île de Madagascar avait jadis, comme je l'ai dit en commençant, une étendue de beaucoup supérieure à celle qu'elle a actuellement. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'une caverne à ossements, à la carrière des Bains-Romains, à l'ouest d'Alger.* Note de MM. **E. Ficheur** et **A. Brives**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La côte rocheuse du massif de Bouzaréa, à l'ouest d'Alger, a présenté déjà en différents points des poches à ossements qui ont permis d'étudier une partie de la faune pleistocène. La caverne du Grand-Rocher, près Guyotville, fouillée par le Dr Bourjot, les deux grottes de la Pointe-Pescade, dont la dernière a fait l'objet d'une communication de Pomel (10 décembre 1894), ont fourni des matériaux nombreux; les plus importants ont été décrits et figurés dans les monographies des Vertébrés quaternaires de l'Algérie, publication interrompue par la mort du savant paléontologiste d'Alger.

» Des travaux entrepris pour l'exploitation en carrière du rocher calcaire des Bains-Romains, à 7^{km} à l'ouest d'Alger, ont mis à découvert une nouvelle grotte à ossements dont les matériaux ont été recueillis par l'entrepreneur des travaux, M. Denize, qui les a gracieusement mis à notre disposition.

(¹) *Thaumastolemur Grandidieri* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 13; 1895. — G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 5; 1900).

(²) *Archæolemur Majori* (Filhol, *Bull. M. H. N.*, p. 13; 1895).

(³) *Archæolemur robustus* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 6; 1900).

(⁴) *Globilemur Flacourti* [Forsyth Major, *Proc. Zool. Soc.*, p. 532; 1893 (description of skull). — *Proc. Zool. Soc.*, Vol. LXII, p. 46; 1897 (description of brain)]

(⁵) *Paleochirogalus Jullyi* (G. Grandidier, *Bull. M. H. N.*, n° 7; 1899).

» Nous avons pu, dans nos visites au gisement, recueillir dans les déblais un grand nombre de débris intéressants : l'un de nous a été chargé par M. Pouyanne, Directeur du Service géologique, de continuer ces recherches et de surveiller les travaux de dégagement de la grotte, dont l'entrée est actuellement obstruée par l'accumulation des blocs éboulés. En attendant les résultats que donneront les fouilles directement effectuées, il nous a paru utile de signaler ce nouveau gisement, qui renferme une faune très analogue à celle de la grotte de Pointe-Pescade, dont la distance n'est guère que de 2^{km}.

» La grotte des Bains-Romains est une poche creusée dans le calcaire, dont l'ouverture fait face au rivage, à 150^{m} environ de la falaise et à 15^{m} au-dessus du niveau de la mer. Le plancher est constitué par un dépôt marin, grès grossier et petit poudingue, offrant la structure du grès coquillier à pectoncles de la plage émergée, et renfermant ici de nombreuses coquilles, *Patella ferruginea, Conus mediterraneus, Cerithium vulgatum, Monodonta tuberculata, Pectunculus,* etc. et petits polypiers. Au-dessus de cette couche, une accumulation de terre grisâtre dans laquelle les ossements étaient disséminés. Il ne paraît pas y avoir eu sur ce point d'accumulation d'ossements par pénétration dans les fissures superficielles, comme cela s'est produit vraisemblablement pour la Pointe-Pescade.

» Les débris de l'industrie humaine y sont représentés par des silex taillés, du type moustérien. Une molaire inférieure est le seul débris de l'homme, dont la présence est encore décelée par la calcination de quelques pièces osseuses.

» Les ossements recueillis se rapportent aux espèces suivantes :

» Carnassiers. — *Canidés*, plusieurs humérus, probablement des variétés du *Canis familiaris*, du Grand-Rocher.

» *Félidés.* — Métacarpien de petite taille (?).

» *Viverriens.* — Un humérus d'une espèce de grande taille.

» Rongeurs. — Quelques os des membres antérieur et postérieur.

» Ruminants. — *Bubalus antiquus* Duvernoy : deux arrière-molaires inférieures et une molaire supérieure.

» *Bos opisthonomus* Pomel. — Portion de crâne avec base de corne, molaires supérieures, humérus, métacarpiens, astragale, phalange onguéale.

» *Cervus* voisin du *Daim,* appelé par M. Pomel *pachygenys.* — Portion de mandibule droite; portion de maxillaire droit avec quatre molaires.

» *Connochœtes prognu* Pomel. — Une portion de mandibule recueillie antérieurement sur ce point par M. Delage (1885) et figurée (Monog. Boselaphes, pl. II); une arrière-molaire inférieure.

» *Boselaphus cf. probubalis* Pomel. — Arrière-molaire inférieure très peu différente de l'espèce décrite.

» Les *Antilopes* sont représentées par des fragments de cornes qui se rapportent aux variétés de gazelles appelées par M. Pomel :

» *Antilope* (*Dorcas*) *crassicornis*. — Fémur, astragale.

» *Antilope* (*Dorcas*) *nodicornis*.

» *Antilope* (*Dorcas*) *triquetricornis*.—2 mandibules, fémur, métatarsien, astragale.

» *Antilope* sp., corne et frontal, deux fois plus fort que *A. crassicornis*.

» Ongulés artiodactyles. — *Hippopotamus* du type *amphibius*, qui a reçu de M. Pomel le nom d'*icosiensis*. — Canine inférieure et incisives supérieures; plusieurs humérus, radio-cubitus, fémur, tibia.

» Pachydermes périssodactyles. — *Rhinoceros* bien voisin du *Rh. bicornis* appelé par M. Pomel *subinermis*. — Arrière-molaires supérieures et inférieures, humérus, fémur, métacarpien.

» Solipèdes. — *Equus asinus africanus* (?) Sanson : molaires identiques aux échantillons du Grand-Rocher.

» Cette faune, bien qu'incomplète, montre l'association des mêmes espèces que dans la grotte du tunnel de la Pointe-Pescade. Les *Bubalus, Bos, Hippopotamus, Rhinoceros, Connochœtes, Boselaphus, Cervus*, Antilopes sont semblables dans les deux gisements. L'éléphant (*E. atlanticus*) fait jusqu'ici défaut, mais on rencontre le même Équidé qu'à la grotte du Grand-Rocher. Le *Cervus pachygenys*, jusqu'ici connu seulement par quatre exemplaires de la mandibule gauche, dont deux de la Pointe-Pescade, nous a offert une mandibule droite et une portion de maxillaire, ce qui permet d'espérer des documents plus complets des nouvelles fouilles.

» Il importe de constater la présence des silex de type moustérien, tandis que la grotte du Grand-Rocher, qui ne renferme qu'un petit nombre d'espèces communes, a procuré des instruments de la pierre polie.

» Les pentes inférieures de la Bouzaréa se trouvaient donc, à cette phase récente du Pleistocène, habitées par ces grands mammifères, Éléphants, Hippopotames, Rhinocéros, Buffles, dont le mode d'existence est impossible à concilier avec la configuration actuelle du pays; les modifications du littoral algérien ont été considérables depuis cette époque; les plages quaternaires, jalonnées aujourd'hui par des témoins très restreints et souvent isolés, ont dû avoir une grande extension autour de ces massifs dont la base est aujourd'hui découpée en falaises. Ces falaises ont conservé dans leurs excavations les débris de la faune de grands mammifères retrouvés sur différents points de la côte algérienne. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mode d'action des sérums antileucocytaires sur la coagulation du sang.* Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une précédente Note [1] j'ai montré que les sérums antileucocytaires possèdent la propriété de suspendre la coagulation du sang, lorsqu'ils sont injectés, à faible dose, dans le torrent circulatoire.

» Je voudrais montrer aujourd'hui l'identité du mode d'action des sérums antileucocytaires et des agents anticoagulants du groupe de la peptone.

» Pour faire cette démonstration, il nous suffira d'établir : 1° que les injections intraveineuses des sérums actifs provoquent, comme les injections de peptone, la mise en liberté dans le plasma sanguin d'une subtance nouvelle douée de propriétés anticoagulantes directes; 2° que le foie joue avec le leucocyte un rôle essentiel dans la production ou la mise en activité de cette substance.

» Le sang recueilli quelques minutes après l'injection d'une dose appropriée de sérum antileucocytaire conserve non seulement sa fluidité pendant plusieurs jours, mais possède lui-même la propriété d'empêcher la coagulation d'un échantillon de sang normal lorsqu'il est ajouté à ce dernier en de certaines proportions. Cette action empêchante est surtout manifeste lorsqu'on emploie non plus le sang total, mais la couche de plasma qui apparaît très rapidement dans les échantillons recueillis après l'injection et qui ressemble à s'y méprendre au plasma peptoné, tant par son aspect que par ses diverses propriétés.

» Ainsi l'addition de 3^{cc} ou 4^{cc} de plasma à 8^{cc} ou 10^{cc} de sang normal de chien suffit d'ordinaire pour retarder la coagulation du mélange pour plus de vingt-quatre heures.

» Je crois inutile de rappeler que les sérums actifs ajoutés directement au sang *in vitro* en précipitent toujours la coagulation, quelle que soit d'ailleurs la dose employée.

» Cette expérience suffit à démontrer que les effets des injections intraveineuses de sérum antileucocytaire résultent de la mise en liberté dans le plasma sanguin d'une substance nouvelle possédant des propriétés anticoagulantes directes.

» Je me suis assuré, d'autre part, que l'extirpation du foie supprime d'une façon complète les effets anticoagulants des injections de sérum

[1] *Comptes rendus*, 2 avril 1900.

actif. Quand l'ablation est totale, on observe même le plus souvent une accélération très marquée de la coagulation. La suppression du foie permet donc aux sérums antileucocytaires d'agir *in vivo* comme *in vitro*, c'est-à-dire pour favoriser la prise du caillot.

» J'ajouterai qu'il est d'ailleurs assez fréquent que les chiens injectés dans de telles conditions succombent par coagulation intravasculaire. Ce résultat est d'autant plus frappant que des animaux témoins, recevant des doses équivalentes du même sérum, peuvent fournir du sang incoagulable jusqu'à putréfaction.

» Je rapporte ci-dessous quelques expériences qui mettent nettement ces faits en évidence.

» *Expérience I.* — A un chien de $6^{kg},500$, à jeun depuis vingt-quatre heures, on prélève un échantillon de sang dont la coagulation est complète au bout de douze minutes, puis on injecte par la veine jugulaire $6^{cc},5$ de sérum actif provenant d'un lapin ayant reçu en l'espace de six semaines 5 injections intra-péritonéales de leucocytes de chien.

» Le sang recueilli cinq, dix, quinze et vingt minutes après l'injection est incoagulable et donne très rapidement une couche de plasma incolore. Trois jours après la prise, quelques échantillons sont encore incomplètement coagulés.

» *Expérience II.* — A un chien de $5^{kg},900$, à jeun depuis vingt-quatre heures, on pratique l'ablation du foie. Un échantillon de sang recueilli quelques minutes après l'opération est totalement coagulé en dix-huit minutes. Quelques instants après la prise, on injecte par la jugulaire $5^{cc},9$ de sérum actif (le sérum employé était le même que celui dont on s'était servi une heure plus tôt pour l'expérience précédente).

» Des échantillons de sang recueillis cinq, dix et quinze minutes après l'injection sont tous coagulés au bout de trois à sept minutes.

» *Expérience III.* — Un chien de $8^{kg},100$, auquel on a pratiqué l'ablation du foie, reçoit par la jugulaire 20^{cc} de sérum actif de chèvre.

» Le sang recueilli cinq minutes après l'injection se coagule en cinquante secondes, alors que les échantillons prélevés avant l'injection s'étaient coagulés en dix à onze minutes.

» L'animal meurt sept minutes après l'injection. A l'autopsie, faite immédiatement, on trouve de gros caillots dans le système veineux et le cœur droit. Petits coagulats dans le ventricule gauche.

» Un chien témoin injecté une demi-heure plus tard avec une dose équivalente du même sérum fournit un sang qui resta liquide jusqu'à putréfaction.

» Pour faire la contre-épreuve de ces expériences et mettre en lumière, par des expériences directes, le rôle respectif du foie et des globules blancs dans l'action des sérums leucolytiques, j'ai eu recours à la méthode des circulations artificielles.

» En faisant circuler à travers le foie du chien, isolé de l'organisme, des

doses appropriées de sérum actif, j'ai pu obtenir, comme avec la peptone, des liquides qui, ajoutés à faible dose au sang *in vitro*, en retardaient très nettement la coagulation. J'ai constaté, en outre, que l'expérience ne réussit pas si l'on opère sur un foie préalablement lavé, c'est-à-dire dont les vaisseaux ne renferment plus de leucocytes. On obtient au contraire les meilleurs résultats si l'on introduit, en même temps que le sérum, un liquide riche en globules blancs, le sang ou la lymphe par exemple.

» Comme on était en droit de s'y attendre, les circulations artificielles pratiquées à travers d'autres organes que le foie ne donnent jamais de résultats positifs.

» Toutes ces expériences démontrent d'une façon indiscutable, il me semble, que le mode d'action des sérums antileucocytaires sur la coagulation du sang est identique avec celui de la peptone. Le processus auquel donne lieu l'injection intraveineuse d'un agent leucolytique, quel qu'il soit, est donc le même dans tous les cas, et sa mise en jeu n'est autre que la destruction des globules blancs dans le sang circulant.

» Si le foie joue un rôle essentiel dans ce processus, il n'en est pas moins vrai qu'il n'intervient que secondairement, et à la condition d'être mis en contact avec les produits dérivés de la désintégration des leucocytes.

» Quelle est la nature intime du conflit qui s'engage entre la cellule hépatique et les produits leucocytaires pour aboutir finalement à la mise en activité d'une substance nouvelle douée de propriétés anticoagulantes directes? L'hypothèse la plus vraisemblable sur ce sujet est celle que nous avons déjà proposée : des deux substances antagonistes contenues dans le leucocyte et mises en liberté par sa désintégration, l'une, de nature coagulante, serait retenue par le foie, tandis que l'autre, restant en solution dans le plasma, assurerait ainsi la fluidité du sang extrait des vaisseaux. Cette hypothèse n'a d'ailleurs d'autre but que de réunir par un lien commun une série de faits bien observés et d'ouvrir la voie à de nouvelles investigations. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rappel à la vie obtenu par la compression rythmée du cœur*. Note de MM. **Tuffier** et **Hallion**, présentée par M. Marey.

« M. Battelli, dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXX, n° 12, p. 800), a étudié la « restauration des fonctions du cœur et du système ner-

» veux central après l'anémie complète » ; il produisait cette anémie, sur des chiens adultes, en arrêtant les battements du cœur, soit par l'électrisation directe de cet organe, soit par la suffocation, soit par la chloroformisation. Lorsque les battements du cœur avaient complètement cessé, il ouvrait le thorax, y pratiquait un volet, saisissait le cœur à pleine main et exerçait une compression rythmée sur les ventricules. Il a pu ramener à la vie, pour un temps qui n'a jamais, il est vrai, dépassé vingt-deux heures, des chiens opérés dans ces conditions. Après d'intéressants détails sur la succession des phénomènes observés, il conclut : « Il est possible que ce » procédé puisse être appliqué d'une façon efficace chez l'homme, en cas » d'arrêt du cœur causé par la chloroformisation, par la suffocation, par » les accidents de l'industrie électrique, etc. »

» Sans vouloir le moins du monde reprocher à M. Battelli d'avoir ignoré nos travaux, et tout en reconnaissant que cet auteur a compris dans sa Note des recherches intéressantes qui lui sont personnelles, nous rappelons que nous avons nous-mêmes, au sujet de la mort du cœur par la chloroformisation, abordé la même question, réalisé les mêmes expériences, et obtenu des résultats qui nous ont suggéré la même application pratique relative aux syncopes cardiaques chez l'homme, application que nous avons réalisée (*Société de Biologie*, 29 octobre 1898, et *Société de Chirurgie*, 2 novembre 1898).

» Nous avons pu, quant à nous, rappeler définitivement à la santé, par la compression rythmée du cœur, après ouverture du thorax, deux chiens qui avaient subi, au cours de la chloroformisation, une syncope complète durant plusieurs minutes. L'ouverture, puis l'occlusion de la brèche thoracique avaient été pratiquées suivant une technique que nous avons décrite; cette manière de procéder, qui ne comporte aucune section costale, nous a peut-être permis, dans ces cas, d'éviter la mort à brève échéance, que M. Battelli tend à attribuer pour une part à la mutilation opératoire.

» Parfois, la compression cadencée du cœur n'a ramené les battements cardiaques qu'après un temps fort long (vingt minutes dans une de nos expériences).

» M. Battelli, grâce à l'application préalable d'un procédé qu'il a décrit avec M. Prévost (décharge électrique appliquée aux ventricules), est arrivé à rappeler les contractions systoliques du cœur, même dans les cas où cet organe était en état de trémulation fibrillaire ; ce fait est d'autant plus inté-

ressant que nous n'avons jamais pu (sauf dans un seul cas) ranimer par la simple compression rythmée un cœur qui se trouvait en trémulation.

» L'application à l'homme de ces résultats expérimentaux a été tentée par l'un de nous.

» Un homme de vingt-quatre ans, opéré depuis quatre jours pour des accidents aigus d'appendicite, présentait des suites opératoires normales, lorsqu'il fut, en ma présence, pris d'une syncope. Ayant constaté la cessation absolue des battements du cœur, nous fîmes d'abord de la respiration artificielle, combinée avec des tractions rythmées de la langue. En présence de l'insuccès de ces tentatives, je fendis le troisième espace intercostal, je décollai le péricarde, et saisissant la masse ventriculaire, je pratiquai sur elle 60 à 80 compressions rythmées. Les pulsations artérielles devinrent alors perceptibles et le patient ouvrit les yeux, remua la tête, regarda autour de lui, reconnut son médecin, mais, au bout de deux ou trois minutes, le pouls faiblit, puis s'arrêta de nouveau, et ne reprit que sous l'influence de nouvelles compressions rythmées. Ce résultat ne fut d'ailleurs que de courte durée, et, malgré un troisième essai, il me fut impossible de rappeler le malade à la vie.

» L'autopsie montra qu'il y avait un caillot dans la branche gauche de l'artère pulmonaire. Cette lésion a suffi sans doute pour empêcher que la vie se maintînt, de sorte que le réveil passager obtenu dans cette circonstance reste encourageant, sans que l'échec final défende d'espérer un meilleur succès dans des conditions moins défavorables.

» Ce qu'il importerait de préciser, et ce qui malheureusement est mal fixé, c'est le temps maximum que peut durer, *chez l'homme*, l'inertie *complète* du cœur, notamment à la suite de l'anesthésie chirurgicale, avant que l'on doive tenir pour irrévocablement inefficaces les manœuvres usuelles (respiration artificielle par manœuvres extérieures ou par insufflation, comme le recommande François-Franck, tractions de la langue par le procédé de Laborde, etc.) que l'on met en œuvre en pareil cas. Comme M. Battelli, nous avons vu, chez le chien, la compression rythmée du cœur agir encore après que ces diverses pratiques se montraient impuissantes; mais, d'autre part, cet auteur n'a pu ranimer le cœur plus de dix minutes après la cessation complète de ses contractions spontanées, et si nous y avons réussi après un délai un peu plus long, le fait a été exceptionnel. C'est pourquoi l'idéal serait de connaître, pour l'homme, au moins d'une façon approximative, la durée que peut avoir l'arrêt dûment constaté de tout battement cardiaque, avant que la compression directe des ventricules soit devenue l'unique ressource. L'attention des chirur-

giens, témoins des accidents de l'anesthésie, se porterait utilement sur ce point. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1900.

Tables à quatre décimales des logarithmes de toutes les lignes trigonométriques, dans la division décimale du cercle entier, par J. de Rey-Pailhade. Paris, A. Hermann, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Observations sur les variations des glaciers et l'enneigement dans les Alpes dauphinoises, organisées par la Société des Touristes du Dauphiné, sous la direction de W. Kilian, *avec la collaboration de* G. Flusin, *de* 1890 *à* 1899. Grenoble, imp. Allier frères, 1900; 1 vol. petit in-4°.

Histoire de la Pharmacie : Origines, moyen âge, temps modernes, par L. André-Pontier. Paris, Octave Doin, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

La santé, la propreté et les bains-douches au point de vue hygiénique et social, par le Dr Georges Carrière. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1900; 1 fasc. in-8°.

Statistique concernant 859 *condamnés*, par le Dr Charles Perrier : 1° *Catalogue des tableaux*; 2° *Catalogue des dessins par départements*. Nîmes, 1899; 1 fasc. in-8° et 18 photographies hors texte. (Hommage de l'Auteur.)

Ministère de l'Agriculture. Bulletin : Documents officiels, statistique, rapports, comptes rendus des missions en France et à l'Étranger. 19e année, n° 1. Paris, Imprimerie nationale, avril 1900; 1 fasc. in-8°.

Lametterie, sein Leben und seine Werke, von J.-E. Poritzky. Berlin, Ferd. Dümmlers, 1900; 1 vol. in-8°.

The norvegian north polar expedition 1893-1896 : *Scientific results*, edited by Fridtjof Nansen; vol. I. Christiania, 1900; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Fridtjof Nansen.)

Den norske nordhavs-expedition 1876-1878; XXVII. *Zoologi : Polyzoa*, ved O. Nordgaard. Christiania, 1900; 1 fasc. in-4°.

Maturation and fertilization in pulmonate Gasteropods, by Henry-R. Linville. Cambridge, Mass., U. S. A., 1900; 1 fasc. in-8°.

Toronto. General meteorological register for the year 1899, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Verticals gradients of temperature, humidity and wind direction. A preliminary report on the kite observations of 1898, by H.-C. Frankenfield. Washington, 1899; 1 vol. in-8°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate, publicadas bajo la direccion de Rafael Aguilar y Santillan; t. XIV (1899-1900), nos 1, 2. Mexico, 1899; 2 fasc. in-8°.

Annalen der Physik, herausgegeb. v. Paul Drude; 1900, nos 1-5. Leipzig, Johann Ambrosius Barth; 5 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. I-XXI. Berlin, Georg Reimer, 1900; 13 fasc. in-8°.

Stad Antwerpen. Pædologisch jarboek, uitgegeven door het stedelijk gemeentebestuur, onder redactie van M.-C. Schuyten. Eerste jaargang. Antwerpen, J.-E. Buschmann, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. C. Schuyten.)

Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens. Handlingar; ny följd, Bd 32. Stockholm, 1899-1900; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 mai 1900.)

Note de M. *C. Tissot*, Communications par télégraphie sans fil, etc. :

Page 1387, ligne 2 en remontant, *au lieu de* entre 1000 ohms et 2000 ohms seulement, *lisez* entre 12000 ohms et 20000 ohms seulement.

